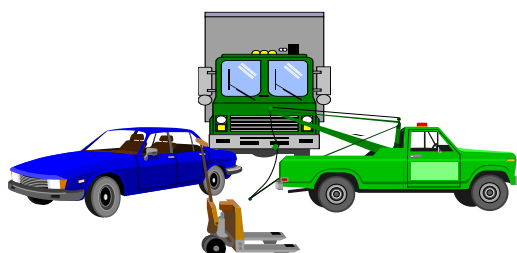


**Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта
махсус таълим вазирлиги**

НАМАНГАН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

**Улуханов И.Т.
Бобоматов А.Х.**

Иссиқлик техникаси



фанидан маърузалар матни

**5140900-Касб таълими ва 5142000-меҳнат таълими таълими йўналиши бўйича
бакалаври учун**

Наманган - 2006 й.

Аннотация

Ушбу маърузалар матни 5140900-касб талими ва 5142000-меҳнат таълими йўналиши бакалаврлари учун 2004 йил Давлат таълим стандарти ва намунавий дастур асосида тузилган бўлиб, «Иссиқлик техникаси» фани асосларини чуқур ўрганиш асосида ўрта мактаблар, Академик лицейлар ва касб-хунар коллежларида келажакда фаолият кўрсатадиган ўқитувчиларнинг касбий тайёргарликларини оширишда муҳим ўрин тутди. Унда термодинамиканинг қонунлари ва қоидалари, уларга асосан қурилган иссиқлик машиналарида содирбўладиган термодинамик жараёнлар, ёқилғилар ва уларнинг ёниш жараёнлари, ички ёнув двигателлари, қозон қурилмалари, буғ турбиналари, газ турбиналари, реактив двигателлар, иссиқлик электр станциялари, совутгич қурилмалари ҳақидаги асосий тушунчалар берилган. Маъруза матнидан тегишли соҳа вакиллири ҳам фойдаланишлари мумкин.

Муаллифлар:

доц.И.Т.Улуханов

к.ўқ.А.Бобоматов

Такризчи:

доц.С.Х.Абдуллаев

Сўз боши

Мустақил Ўзбекистон Республикасининг равнақи, кўп жиҳатдан олий ва ўрта махсус билим юртлари етиштириб берадиган мутахассисларнинг билими ва савияси билан чамбарчас боғлиқ. Чунки бу кадрлар ёш авлодни ўқитишдан тортиб то турли технологик жараёнларни бошқаришгача бўлган мураккаб ва маъсулиятли вазифаларни бажарадилар.

Республикадаги энергетик манбалардан тўғри фойдаланиш, қурилмаларнинг самарадорлигини ошириш, атроф-муҳитни экологик жиҳатидан ҳимоялаш масалаларини фан ва техника ютуқлари асосида ўрганиш ўқитувчи ва муҳандислар зиммасига юкланади.

Энергетик манбалар асосини ўрганишда термодинамика фани ва унинг амалий қисми бўлган иссиқлик техникаси асосий ўринни эгаллайди.

Фанни вазифаси - талабаларга иссиқлик қурилмаларини, уларни ишлашини ва иссиқлик техникасининг асосий қонунларини ўргатишдан иборат.

Фанни мақсади - иссиқлик техникасида рўй бераётган жараёнларни ҳисоблаш бўйича талабларда назарий кўникма ҳосил қилишдан иборатдир.

Фаннинг роли - ёқилғи энергетик ресурслардан самарали фойдаланиш, атроф муҳитни муҳофаза қилиш муоммоларини ечишда ва чиқимсиз технологияни яратишда катта аҳамиятга эгадир.

Иссиқлик техникаси икки қисмдан иборат бўлиб, биринчи қисмда техник термодинамика асослари, иккинчи қисмда иссиқликни узатиш усуллари ёритилган.

Термодинамика қонунларини билиш, иссиқлик машиналарини ҳаётга тўғри тадбиқ қилиш ва ишлатиш ҳамда янгиларини яратиш билан боғлиқ бўлган масалаларни ҳал этишда муҳим амалий аҳамиятга эгадир.

Иссиқлик техникаси предмети, мазмуни ва вазифаси, тарихи

Режа

1. Фаннинг вазифаси ва ўрни.
2. Ўрганадиган муаммолари.
3. Фанлараро алоқаси.

Биолог Н. Реймерснинг таъкидлашича «бизни (инсониятни) биосферанинг «иссиқлик ўлими» дан бир тартиб катталик ажратиб турибди, агар ҳозирги кунда ишлатилаяпган энергиядан 10 марта кўпроқ ишлатилса бас...».

Бунинг сабаби «парниковый эффект»: атмосферадаги углерод $\text{II}(\text{CO}_2)$ оксидининг Ерга қуёш нуруни ўтказиши, аммо нурланиш йўли билан Ернинг совиб кетишига тўсқинлик қилишидир. Олимларнинг фикрича Ер ва атмосферада CO_2 миқдорини ортишини:

келажакда углерод таркибли ёнилғилар миқдорини қўллашни кескин камайтириш зарурлигини;

ёнилғи ёқувчи мосламалар, иссиқлик энергетик қурилмалар (улар ишлаб чиқарган чиқиндилар, сувлар ва газлар) чиқиндилар кўплигини;

кимёвий (олтингугурт ва азот оксидлари) чиқиндиларнинг кўплиги;

кул ва бошқа чиқитларни кўпайиши жиддий муаммолар келтириб чиқариши орқали тушунтирилади.

Фойдаланаяпган қурилмаларда юқоридагиларни ҳисобга олиш ёки камайтиришни фақат бундай қурилмаларда кечаётган жараёнларни чуқур таҳлил қилиш орқали амлга оширишни билишимиз, англашимиз зарур.

Бу эса экологик чиқиндисиз ишлаб чиқаришни ташкил этишни тақозо этади.

Экологик омиллар ҳам ишлаб чиқилаяпган ёнилғиларни, улардан фойдаланишни кескин орттиришни талаб этмоқда.

Жаҳон бозорида (ҳаммадан ҳам нефт ва унинг маҳсулотларини) ёнилғига талабларини ортиши энергия тежайдиган технологияни ишлаб чиқишни тақозо этмоқда.

Умуман олганда инсоният фойдаланаяпган энергиянинг 90%дан ортиғи органик ёнилғилар ҳисобини ташкил этади. Бу эса иссиқликдан фойдаланадиган, алмашадиган, олиш йўллариини ўрганадиган, иссиқлик қурилмалари ва аппаратлари ҳақидаги умуминженерлик фани-иссиқлик техникаси фанини ўрнини ифодалайди.

Иссиқлик техникаси фанида бошқа фанлар сингари билимнинг назарий асослари берилади. Шунинг учун ҳам унинг кўпгина қисми техник термодинамика, иссиқлик-масса алмашинуви-ёниши назарияси асосларига бағишланади.

Иссиқлик техникаси фанида:

техник термодинамика, иссиқлик ва масса алмашинув асослари; ёниш жараёни ҳақидаги асосий тушунчалар, қозон қурилмалари ва ўчоқ конструкциялари;

иссиқлик двигателлари, пар ва газ турбиналари, ички ёнув двигателлари, компрессорлар ва уларнинг иш принциплари;

иссиқлик электр станциялари қурилмаларининг технологияси ва компановкаси, ҳамда ишлаб чиқариш иссиқлик энергетик қурилмалари ҳақида сўз юритилади.

Ўзбекистон энегетика тизимининг асосий йирик иссиқлик электрстанциялари – Сирдарё, Тошкент ГРЭСлари, Ангрен ва Навоий ГРЭСлари ва 19та бошқа гидроэлектростанция ташкил этади. Уларнинг энг йириги Чорвоқ ГЭСидир. Ўзбекистон қудратли энергетика тизимига эга. Бу тизим Марказий Осиё бирлашган энергетика тизимининг таркибий қисмидир. У ҳосил қиладиган қувватлар Марказий Осиё бирлашган энергетика тизимидаги барча электрстанциялар ҳосил қиладиган қувватларнинг ярмини ташкил қилади. Шу боис энергетика тизимимиз минтақада электр энергия ҳосил қилувчи ва узатувчи яхлит занжирнинг асосий ҳалқаси ҳисобланади.

Электростанцияларнинг мавжуд қувватлари Ўзбекистонда яқин келажакда руёбга чиқариладиган барча инвестиция лойиҳаларини, электр токи ҳосил қилувчи янги қувватларни қурмаган ҳолда, электр энергияси билан таъминлаш имконини беради. Янги Ангрен ГРЭСи ва Муборак ТЭЦи ҳамда Талимаржон ГРЭСида биринчи энергоблок ишга тушмоқда.

Назорат учун саволлар.

4. Энергия манбаси нима учун зарур?
5. Энергиядан қандай мақсадларда фойдаланиш зарур?
6. Ундан фойдаланишда иқтисодий ва табиий зарурият орасидаги муносабатни тушунтиринг.
7. Қандай турдаги муқобил (альтернатив) энергия манбаларини биласиз?

Фойдаланилган адабиётлар.

1. И. А. Каримов Ўзбекистон XXI аср бўсағасида. Хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққийёт кафолатлари. Т.1997.
2. Ж. Нурматов ва бошқалар. Иссиқлик техникаси. Т. 1998.

Таянч иборалар.

1. Энергия манбаи.
2. Чиқинди.
3. Ёқувчи мосламалар.
4. Иқтисодий омил.
5. Органик ёнилғи.
6. Чиқиндисиз технология.

Термодинамиканинг предмети ва услуби

Иссиқлик динамикаси макроскопик системаларда бўладиган ва иссиқлик чиқиши билан кечадиган ҳар хил физик-химик жараёнлардаги энергияни ўзгариш қонунларини ўрганади.

Иссиқлик динамикаси кўрилаётган тадқиқот масалаларига боғлиқ ҳолда, техник ёки химик иссиқлик динамикасини, биологик системаларнинг иссиқлик динамикасини ва шунга ўхшашларни кўриб чиқади.

Химик иссиқлик динамикаси рамкасида модданинг физик-химик ўзгариши ўрганилади, реакцияларнинг иссиқлик самараси аникланади, системанинг химик мувозанатлиги ҳисобланади.

Техник иссиқлик динамикаси иссиқлик ва механик энергияни ўзаро алмашилиш қонуниятларини ўрганади, ҳамда иссиқлик техникаси фанини назарий пойдевори ҳисобланади. Бунинг асосида иссиқлик двигателлари (буғ ва газ турбиналари), реактив ва ракета двигателлари, ички ёнув двигателлари, технологик жихозлар (компрессорлар, қуриткичларлар, совутиш қурилмалари ва бошқалар) ҳисобланади ва лойиҳаланади.

Макроскопик системаларнинг физик хусусиятлари статистик ва термодинамик услублар билан ўрганилади. Статистик услуб эҳтимолилик назариясини қўлланишга ва бу системаларни маълум моддаларини қурилишига асосланган бўлиб, статистик физикани мазмунини ўзига тасавур этади.

Термодинамик услуб модда таркибини модел қурилишини талаб қилмайди ва ходисани бир бутун кўради.

Иссиқлик динамикаси системаси

Иссиқлик динамикаси системаси материал жисмларнинг тўпламини бири-бири билан механик ва иссиқлик ҳамда атроф системадаги ситашқи жинслар билан ўзаро таъсирда бўлишини тасаввур этади. Системага кирмаган жисмни ташқи муҳит деб аталади.

Системани ташқи муҳитдан назорат юза ажратиб туради. Масалан, оддий система, поршен остидаги юпка цилиндрдаги газни олайлик. Ташқи муҳит бу атрофдаги ҳаво, назорат юзаси эса бу цилиндр девори ва поршендир.

Термодинамик системанинг ўзаро механик ва иссиқлик таъсири назорат юза орқали амалга ошади. Системани ўзига ёки устидан механик таъсир қилинганда иш рўй беради. Электрик, магнит кучлари таъсир қилса иш бажарилади.

Система очик ва ёпиқ бўлиши мумкин. Агар модда системадан ўтса очик, ўтмаса ёпиқ дейилади.

Термодинамик система ташқи муҳит билан иссиқлик алмашмаса, бундай системани иссиқликдан ҳимоя қилинган ёки адиабатик система дейилади. Масалан бунга идишда тўрган газни идишининг девори иссиқликни ҳимоя қиладиган материал билан копланиши мисол бўла олади.

Ташқи муҳит билан энергия, модда алмашмайдиган системани ёпиқ ёки ҳимоя қилинган система дейилади.

Техник термодинамикада ўзаро иссиқлик ва ишга айланадиган системалар ўрганилади. Одатда улар газлар ва буғлардир, буғларни ишчи таналар (жинслар) деб аталади.

Иссиқлик техникасини ривожлантиришга хисса қўшган қандай ўзбек олимларини биласиз?

Идеал ва реал газлар

Режа

1. Газларнинг кинетик назариясини асосий тенгламаси
2. Идеал газ ҳолатининг термик тенгламаси
3. Реал газ ҳолатининг термик тенгламаси

Идеал газ деб шундай фаразий газга айтиладики, унинг молекулалари нуқтавий бўлиб орасидаги тортишиш кучи нолга тенг бўлади. Маълумки, табиатда бундай газлар учрамайди.

Табиатда газлар (шу жумладан буғлар ҳам) маълум ҳажмга эга, улар ўзаро тортишиш кучи билан боғлангандир

Идеал газ қонунларини реал газ билан боғлиқ бўлган техник масалада қўлланилса натижа юқори физик аниқликда бўлмай, етарли техник аниқликда бўлади

Газлар кинетик назариясининг асосий тенгламаси

XIX аср ўрталарида М. В. Ломоносов асос солган газларнинг молекуляр кинетик назариясига асосан, идишдаги идеал газ молекулалари ҳажм бўйича тенг тарқалган, улар узлуксиз иссиқлик ҳаракатида бўлади. Молекуляр ўзаро тўқнашади, ҳамда идиш деворига урилади.

Молекулярнинг идиш деворига урилиш натижасида газ тўрган идишнинг ҳар бир тамонига нормал ва микдор жиҳатидан бир хил бўлган босим ҳосил бўлади.

Юқорида айтилган назарияга асосан идеал газнинг идиш деворига бўлган босими қуйидагига тенг:

$$P = \frac{n \cdot m \cdot \bar{g}^2}{3} \quad (1)$$

бу ерда: n – ҳажм бирлигидаги молекуляр сони, яъни $n = \frac{N}{V}$;

V – маълум массадаги газнинг ҳажми;

N - шу ҳажмдаги молекулалар сони;

m – 1 та молекуланинг массаси;

$\bar{g}^2$ – молекулалар илгариланма ҳаракатининг ўртача квадратик тезлиги.

$$\bar{g} = \sqrt{\frac{g_1^2 + g_2^2 + \dots + g_n^2}{n}} \quad (2)$$

Тенглама (1) ни сурати ва махражини 2 га кўпайтириб ёзсак қуйидаги кўринишга келади:

$$P = \frac{2}{3} n \frac{m \bar{g}^2}{2} \quad (3)$$

Физика курсидан маълумки (3) тенгликдаги $\frac{m \bar{g}^2}{2}$ ифода 1 та молекуланинг ўртача кинетик энергиясини ифодалайди.

Идеал газларнинг кинетик назариясига кўра молекуланинг кинетик энергияси билан газ ҳарорати орасида маълум боғланиш мавжуд

$$\frac{m \bar{g}^2}{2} = \beta \cdot T, \quad (4)$$

бу ерда β - пропорционаллик коэффициентлари бўлиб, сон жиҳатидан газ ҳарорати бир градусга ўзгарганда молекулалар кинетик энергиясининг ўзгаришига тенгдир.

Агар (3) тенгликдаги ифодаларнинг ўз қийматларини қўйсак, қуйидаги ифода келиб чиқади.

$$P = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \cdot \beta \cdot T \quad (5)$$

$$PV = \frac{2}{3} N \cdot \beta \cdot T \quad (5^a)$$

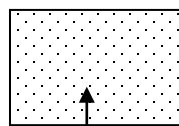
(5) ёки (5^a) тенгликлар газлар молекуляр кинетик назариясининг техник термодинамикадаги ифодасидир.

Идеал газ ҳолатининг термик тенгламаси

Агар идишга (1-расм) идеал газ тўлдирилган деб фараз қилиб, уни қиздирсак газнинг ҳолати ўзгаради. Идишдаги идеал газ учун (5^a) тенгликни дастлабки (иситилмаган) ҳолати ва иситилгандан кейинги ҳолати учун ёзамиз:

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= \frac{2}{3} N \beta T_1 \\ P_2 V_2 &= \frac{2}{3} N \beta T_2 \end{aligned}$$

ва



1- расм

бу ерда P_1, V_1, T_1 - газнинг дастлабки ҳолатидаги ўлчамлари (босими, ҳажми ва температураси);

P_2, V_2, T_2 - газнинг иситилгандан кейинги ўлчамлари.

Юқоридаги тенгламани бир бирига бўлсак қуйидаги ифода ҳосил бўлади.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{P_2 \cdot V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Бу пропорциянинг хадлари ўрнини алмаштириб ихтиёрий миқдордаги идеал газ учун ёзиш мумкин

$$\frac{PV}{T} = \text{const}, \quad (6)$$

$\frac{PV}{T}$ - ифода газ учун ўзгармас миқдордир. Бу ўзгармас миқдор доимийси деб юритилади ва R билан белгиланади, яъни:

$$\frac{PV}{T} = R \quad \text{ёки} \quad PV = RT. \quad (7)$$

Бу ифода идеал газ ҳолатининг термик тенгламаси, ёки соддароқ ҳолда, 1 кг идеал газ учун ҳолат тенгламаси дейилади. Бу тенглама 1 кг ҳар қандай ҳолатдаги идеал газ учун ҳарорат, босим ва ҳажми орасидаги боғланишни ифодалайди. Баъзи ҳолатларда (7) тенгликни Клайперон тенгламаси деб ҳам аталади.

(7) тенгликни газ массасига (m) кўпайтириб ихтиёрий масса учун ҳолат тенгламасини оламиз

$$PV = M R T. \quad (8)$$

P - Н/м^2 ; T - келвинда; V - м^3 да; M - кг да ўлчанади.

$R \left[\frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right]$ - газ доимийсининг физик маъноси - 1 кг газни 1 градусга иситилганда унинг кенгайишидаги бажарган ишига тенг.

Клайперон тенгламасига универсал шакл бериш мумкин, бунинг учун газ доимийсини бир киломол газ учун келтириш керак, яъни $M = \mu$ кўйиш керак. μ - газнинг молекуляр массаси.

(8) ифодадаги M ни ўрнига μ ни, V ни ўрнига V_μ ни қўйсак $PV_\mu = \mu \cdot R \cdot T$ бир мол учун ҳолат тенгламасини оламиз.

бу ерда V_μ - киломол газ ҳажми, $\mu \cdot R$ - универсал газ доимийси.

Авагадро қонунига биноан бир мол ҳажм бир хил шароитда ҳамма идеал газлар учун бир хилдир, нормал физик шароитда $V \cdot \mu = 22,4 \text{ м}^3 / \text{к мол га}$ тенг шунинг учун

$$\mu \cdot R = \frac{PV_\mu}{T} = \frac{101,325 \cdot 22,4}{273,15} = 8314 \text{ Дж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К})$$

Бир килограмм газ учун газ доимийси

$$R = \frac{8314}{\mu}.$$

R нинг қиймати водород учун 4124,3, кислород учун 259,8 Дж/кг·К тенг.

Реал газ ҳолатининг тенгламаси

Идеал газ учун мўлжалланган Клайперон тенгламасини реал газларга қўлланилганда анча ноаниқликлар келиб чиқади. Баъзи газлар оддий атмосфера шароитидаёқ идеал газ тенгламасидан 2-3 % га фарқ кидиши мумкин. Юқори босимда, ҳароратда реал газ билан идеал газ орасидаги тафовут сезиларли

даражада ортиб боради. Жахон олимлари томонидан реал газ ҳолатини ҳарактерловчи жуда кўп (150 дан ортиқ) тенгламалар таклиф қилинган. Лекин тенгламалар етарли аниқликка ва умумийликка эга эмас.

Реал газ ҳолатини нисбатан яхшироқ ҳарактерловчи тенглама 1873 йилда голланд физиги Ван-дер-Ваальс томонидан таклиф қилинган.

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right) \cdot (V - b) = RT$$

Ван-дер Ваальс тенграмаси идеал газ тенграмаси ($PV = RT$) дан иккита тузатмаси билан фарқ қилади:

$\frac{a}{V^2}$ - молекулаларнинг ўзаро тортишиш кучини ва «b» - молекулаларнинг эгаллаган ҳажмини ҳисобга олинганлиги билан.

Бу ерда "a" ва "b" коэффицентларини Ван-дер-Ваальс фақат газнинг табиатига боғлиқ, ўлчамларига боғлиқ эмас деб тушунтиради.

Кейинги пайтларда юқори босим билан ишловчи иссиқлик машиналарининг тез ривожланиши сабабли Ван-дер-Ваальс тенграмаси етарли аниқлик бермай қолди. Шунинг учун олимлар М. П. Вукалович ва И. Н. Новиковлар юқоридаги тенграмани янада ривожлантириб ва унга аниқлик киритиб 1946 йилда ўз тенграмаларини таклиф қилдилар:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \left[1 - \frac{A_1 T}{V - b} - \frac{A_2 T}{(V - b)^2} \right]$$

бу ерда: $A_1(T)$ ва $A_2(T)$ - ҳароратининг маълум функциялари.

Бу тенглама сув буғлари учун олинган тенглама бўлиб, ҳолат тенграмасини аниқ ифодалайди.

Идеал ва реал газ қонунларини вакуумдаги газ учун қўллаш мумкинми?

Термодинамиканинг биринчи қонуни

Режа

1. Асосий тушунчалар
2. Газнинг ички энергияси.
3. Газнинг ташқи иши.
4. Газ энтальпияси.

Агар **термодинамик системанинг ҳамма нуқталарида ташқи муҳит билан бир хил босим ва бир хил ҳарорат, вақтга боғлиқ бўлмаган ҳолда сақланса (масалан, хонага олиб кирилган бирон очиқ идишдаги суюқлик бир неча соатдан кейин) бундай термодинамик система тенг салмоқли ҳолатда дейилади.** Яъни, системада вақт давомида ички ва ташқи алмашилиш содир бўлмайди.

Ишчи жисм (газ, суюқлик) тенг салмоқли ҳолатда сақланиши учун ташқи муҳитнинг ҳолати ўзгармаслиги керак. Агар хонанинг ҳарорати ўзгарса хонадаги идишдаги ишчи жисмнинг ҳам ҳарорати аста-секин ўзгариб боради,

яъни вақт давомида ишчи жисмнинг ҳарорати ўзгаради, яъни унинг ҳажми тенг салмоқли ҳолатдан чиқади.

Агар идишдаги ишчи жисм хонада тураверса бир неча вақтдан сўнг у янги тенг салмоқли ҳолатига келади. Шу **янги тенг салмоқли ҳолатига келиши учун сарфланадиган вақт системасининг релаксация вақти дейилади.**

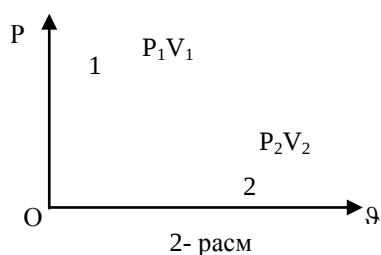
Газнинг бирор ўлчами (P, V, T) ўзгариши билан бошқа ўлчамлари ҳам ўзгаради. Агар газ сиқилса унинг босими ва ҳарорати ортади. Натижада газнинг янги термодинамик ҳолати вужудга келади. **Газнинг бир термодинамик ҳолатдан иккинчи термодинамик ҳолатга ўтиши, яъни газ ҳолати ўзгаришининг кетма-кетлиги термодинамик жараён дейилади.**

Агар, термодинамик жараёнда газ кетма-кет тенг салмоқли ҳолатни эгаллаб борса, бу жараён тенг салмоқли дейилади. Вақтнинг ҳар бир пайтида жараён тенг салмоқли ҳолатидан биров фарқ қилса, бундай жараёнлар, квазистатик жараён - тенг салмоқли ҳолатига яқин дейилади. Бундай жараёнда газнинг айрим нуқталарида босим ва ҳарорат бир-биридан жуда оз фарқ қилади. **Квазистатик жараёнларни ҳам амалда учратиш қийин. Шунинг учун уларни идеал жараёнлар дейиш мумкин.**

Мавжуд реал термодинамик жараёнларда сиқиш, кенгайиш, газнинг исиши ва совиши каби ҳолатлар жуда тез бўлади. Натижада газ ҳажининг ҳар хил нуқталарида P , T , V ҳар хил қимматга эга бўлади, яъни бундай жараёнларда тенг салмоқли ҳолат бўлмайди. Шунинг учун уларни **тенг салмоқли бўлмаган жараёнлар** дейилади.

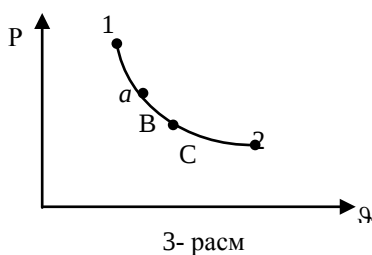
Расмда ифодаланган цилиндрдаги газ тенг салмоқли ҳолатда бўлмайди. Газнинг A ва B соҳадаги босими P , T , температураси ва зичлиги ρ сезиларли фарқ қилади. Бу жараён тенг салмоқли бўлмаган реал жараёндир.

Газ ҳолатининг ўзгариш жараёнларини уч ўлчовли фазовий координаталар системасида ифодалаш мумкин. Лекин фазовий координата анча қийинчиликларга олиб келади. Шунинг учун термодинамик жараёнларни график билан ифодалашда текисликдаги координаталар системасидан, яъни босим билан ҳажмни ўзаро боғловчи координаталардан фойдаланилади. Бундай система-" PV " диаграмма деб аталади. Масалан, 2 - расмда ифодаланган 1-2 эгри чизиқ ишчи жисмнинг бошлангич (1 нуқта) ҳолатидан, кейинги (2 нуқта) ҳолатига ўзгаришини ифодалайди. Бундан кўриниб турибдики, жараён-кенгайиш жараёни бўлиб, босим P_1 дан P_2 гача камаяди, ҳажм эса V_1 дан V_2 гача ортади.



Қайтувчан ва қайтмас термодинамик жараёнлар. Термодинамик тўғри ва тескари йўналишда бажарилиши мумкин. Шунинг учун улар тўғри жараён ёки тескари жараён деб юритилади.

PV диаграммасида ихтиёрий термодинамик жараёнини ифодалаймиз (3-расм). Жараён биринчи ҳолатдан иккинчи ҳолатига



томон бораётган бўлса, кенгайиш жараёни (тўғри жараён) бўлади. Яъни ишчи жисм тенг салмоқли а, в, с каби катор ҳолатларни эгаллаб секин кенгайади ва газ ҳолати ўлчамларининг қиймати бир-бирига чексиз яқин деб фараз қилинади.

Агар, энди жараёнларни тескари олиб борсак, ишчи жисм чексиз секин сиқилиб, кетма-кет тенг салмоқли ҳолатларни 2, ... с, в, а, 1 нуқталарни ифодалаб жараёнларни бажаради ва дастлабки ҳолатини эгаллайди. Шундай қилиб термодинамик система тўғри ва тескари жараёнларни бажаргандан сўнг, у тўла дастлабки ҳолатига қайтади. Бундай термодинамик жараёнлар қайтмас жараёнлар деб юритилади.

Табиатдаги барча жараёнлар қайтмас жараёнлардир, чунки ҳеч қандай реал жараён юқорида айтиб ўтилган шартларни бажара олмайди. Шунинг учун қайтувчи жараёнларни идеал жараёнлар дейиш мумкин. Реал жараёнлар идеал жараёнларга оз ёки кўпроқ яқинлашиши мумкин, лекин ҳеч қачон айнан ўзи бўлолмайди.

Теплотехник ҳисоблашларда идеал жараёнлар ўрганилади ва қўлланилади. Натижаларга маълум коэффицентлар киритилиб реал жараёнларга айлантирилади.

Газнинг ички энергияси

Идеал газларда ички энергия қуйидагилардан ташкил топади:

- а) молекулаларнинг илгариланма ҳаракатининг кинетик энергиясидан;
- б) молекула айланма ҳаракатининг кинетик энергиясидан;
- в) атомлар айланма ҳаракатининг кинетик энергиясидан;
- г) атомлар тебранма ҳаракатининг кинетик энергиясидан.

Реал газларда юқоридагилардан ташқари молекулаларнинг ўзаро таъсири натижасида содир бўладиган потенциал энергия ҳам ҳисобга олинади.

Юқорида санаб ўтилган энергияларнинг йигиндиси газнинг ички энергияси дейилади ва "U" ҳарф билан белгиланади.

$$U = U_k + U_n$$

Газ ҳолатини ўлчамлари P, V, ва T орқали боғланганлиги учун ички энергияни ихтиёрий иккинчи ўлчамнинг функцияси сифатида кўрсатиш мумкин яъни:

$$U = f_1(T, V), \quad U = f_2(P, T), \quad U = f_3(P, V).$$

Ички энергия газ ҳолатини ифодаловчи катталиқдир. Идеал газларда молекулалар орасидаги ўзаро тортишув кучи бўлмаганлиги учун ҳажм ва босмнинг ўзгариши ички энергия миқдори таъсир қилмайди. Шунинг учун идеал газларда ички энергия фақат ҳароратнинг $U=f(T)$ функциясидир.

Термодинамик жараёни ўрганишда, ҳисоблашда ички энергиянинг абсолют қиймати эмас, унинг ўзгариш миқдори зарур бўлади. Ички энергия V_{const} бўлган жараёнда энг кўп ўзгаради. Чунки бунда, ҳажм ўзгармаслиги учун ташқи иш бажарилмайди ва берилган иссиқлик миқдори фақат газнинг ички энергиясини ортиришга олиб келади.

1 кг газга берилган иссиқлик миқдори

$$q = C_v (T_2 - T_1)$$

У ҳолда ички энергиянинг ўзгариши

$$\Delta U = U_2 - U_1 = C_v (T_2 - T_1) \text{ га тенг бўлади.}$$

бу ерда T_1, T_2 - дастлабки ва охири ҳолатдаги ҳарорат;

U_1, U_2 - дастлабки ва охири ҳолатдаги энергия;

C_v - газнинг ҳажми бўйича иссиқлик сиғими, $\text{ж/м}^3\text{К}$.

Газнинг ташқи иши

$\Theta = \text{const}$ бўлган жараёда газ ташқи иш бажармайди, яъни газга берилган энергияни ҳаммаси ички энергияни ортиришга сарф бўлади.

Бундан хулоса шўки, бошқа термодинамик жараёнларда газга берилган иссиқлик миқдори ички энергияни ортирибгина қолмай, ташқи иш бажаришга ҳам сарф бўлади.

Маълумки, иш бажарилиши учун энг камида 2 та жисм: энергия қабул қилувчи ва энергия берувчи мавжуд бўлиши керак. Иш - энергия узатилишининг бир шакли бўлиб, ишнинг миқдори берилаётган энергиянинг ўлчови ҳисобланади.

Агар (4-расмга қаранг) ҳаракатчан поршенли цилиндрдаги 1 кг газга чексиз кичик миқдордаги dq иссиқликни берсак, газ кенгайиб, поршен dy масофа йўл юради ва δL ташқи иш бажаради. Бу иш кучнинг поршен юрган йўлига кўпайтмаси билан ифодаланади:

$$\delta L = p dv$$

бу ерда P - газнинг босими, н/м^2 ;

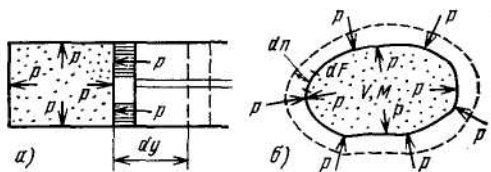
F - поршеннинг кундаланг кесими юзаси, м^2 .

Маълумки, ҳажмнинг энг кичик ортирмаси $d\Theta = F \cdot ds$ бўлгани учун

$$dL = P d\Theta \text{ бўлади.}$$

У ҳолда газнинг V_1 ҳажмдан V_2 ҳажмга кенгайишида бажарилган иш қуйидагига тенг бўлади:

$$L = \int_{V_1}^{V_2} P dv$$



4. Расм. Газнинг кенгайишда бажарилган иши.

РЭ диаграммадаги юза S маълум масштабда бажарилган ишни ифодалайди.

Кенгайишдаги ишни мусбат, сиқиш жараёндаги ишни эса, манфий деб қабул қилинган.

Термодинамика биринчи қонунининг моҳияти ва унинг математик ифодаси

Маълумки, иссиқликнинг ишга айланиши, энергиянинг сақланиши ва айланиш қонунининг хусусий ҳолидир.

Маълум Q миқдордаги иссиқликнинг йўқолиши, тўла аниқ миқдордаги механик иш l ни келтириб чиқаради, ва аксинча. Иссиқлик ва иш орасидаги мана шу ўзаро боғланиш термодинамика биринчи қонунининг моҳиятини ташкил этади.

Биринчи қонунга асосан сарфланган энергияга нисбатан кўпроқ энергия берадиган двигатель яратиш мумкин эмас.

Қўзғалувчан поршенли цилиндрга солинган 1 кг газга, маълум миқдордаги q иссиқликни берсак, унинг ҳарорати ортади, яъни газ қизийди. Молекулаларининг ҳаракати тезлашади. Молекулаларнинг айланма ва илгариланма ҳаракатининг кинетик энергияси, ҳамда молекула ички тебраниш энергияси ҳам ортади. Натижада газнинг ички кинетик энергиясини ортишига олиб келади.

Цилиндрдаги поршень қўзғалувчан бўлганлиги учун газ исиши натижасида поршень юқорига кўтарилади (II ҳолатни эгаллайди).

Газ кенгайиши сабабли молекулалар орасидаги ўртача масофа узаяди, бу эса молекулалар орасидаги тортиш кучидан келиб чиқадиган ички потенциал энергияни ΔU га камайтиради. Шу жараён учун энергия баланси қуйидагича бўлади:

$$q = \Delta U_k + \Delta U_n + l$$

бу ерда l - поршенни ҳаракатлантириш учун сарфланган иш.

Газнинг ички энергиясини умумий ўзгаришини ΔU билан белгилаймиз

$$\Delta U = \Delta U_k + \Delta U_n$$

У ҳолда

$$q = \Delta U + l \quad \text{бўлади.}$$

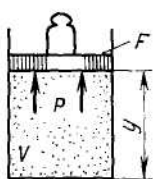
Бу тенглик термодинамика биринчи қонуннинг математик ифодаси бўлиб, у қуйидагича изоҳланади: Ҳар қандай термодинамик жараёнда газга берилган

иссиқлик, унинг ички энергиясини ортиришга ва ташқи кучни енгилда бажариладиган ишни бажаришига сарф бўлади.

Газ энтальпияси

Кўзгалувчан поршенли цилиндрга 1 кг ишчи жисм тўлдирилган (6-расм). Цилиндр ичидаги газнинг босими "P" муҳит босимидан юқори бўлсин. У ҳолда поршень кўтарилиб кетмаслиги учун бирор юк қўйиш керак бўлади. Унинг оғирлиги қўйидагича бўлиш керак

$$G = P \cdot F$$



бу ерда F - цилиндрнинг кўндаланг кесимини юзаси.

Юкни мувозанат ҳолатда ушлаб турган газни потенциал энергияси қуйидагича бўлади

$$G \cdot g \cdot h = PF \cdot gh = PV$$

чунки $V = F \cdot h$

5-расм. Энтальпиянинг физик маъноси бу ерда g -тортиш кучининг эркин тушиш тезланиши.

Ушбу мисолимиздаги газнинг тўла энергияси қуйидагича бўлади

$$H = U + pV \quad (1)$$

бу ерда PV кўпайтма V ҳажмидаги газни итариб туришидаги бажарган иши, ёки газ босимининг потенциал энергияси деб юритилади.

Газнинг тўла энергияси H газнинг энтальпияси деб юритилади.

Энталпия H ҳам газ ҳолатини ҳарактерловчи катталик ҳисобланади.

Газ энтальпиясининг сон қийматини аниқлаймиз. Малумки, ички энергиянинг абсолют қиймати

$$U = C_v (T_2 - T_1) = C_v T \quad \text{тенг.}$$

Газ ҳолати тенгламаси 1 кг газ учун

$$pV = RT$$

Шунинг учун (1) тенгликни қўйдагича ёзиш мумкин

$$H = C_v T + RT = (C_v + R) T = C_p \cdot T$$

бу ерда $C_p = C_v + R$ - ўзгармас босимдаги газнинг иссиқлик сиғими

Демак,

$$H = C_p \cdot T$$

Газ энтальпиясининг сон қиймати, газни абсолют ноль градусдан T градусга ўзгармас босимда қиздириш учун сарфларнадиган иссиқлик миқдорига тенг.
Ўлчов бирлиги

$$H = C_p \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot T_K = \Sigma H = \left[\frac{\text{Ж}}{\text{кг}} \right]$$

Физик маъноси шўқи 1 кг газда қанча энергия борлигини англатади.

Термодинамик жараён учун газ энтальпиясининг ўзгариш миқдори қуйидаги ифодадан топилади.

$$\Delta H = H_2 - H_1 = C_p T_2 - C_p T_1 = C_p \cdot (T_2 - T_1).$$

Демак, энтальпиянинг ўзгариш миқдори ҳам, ички энергия ўзгариши каби, ҳар қандай термодинамик жараён учун бир хил ифода билан аниқланади, яъни

$$\Delta H = C_p (T_2 - T_1).$$

Термодинамикани биринчи қонунини қайси соҳаларга тадбиқ қилиш мумкин?

Термодинамиканинг иккинчи қонуни

Режа

1. Газ энтропияси.
2. Термодинамиканинг иккинчи қонунини умумий шаклланиши.

Юқорида кўриб ўтганимиздек P , V , T , U ва i газ ҳолатининг ўлчамлари (кўрсаткичлари) бўлиб ҳисобланади. Лекин иссиқлик миқдори q ва иш l газ ҳолати ўлчамлари бўла олмайди.

Ҳар қандай термодинамик жараёнда қатнашадиган иссиқлик миқдорини билиш учун термодинамикада яна бир газ ҳолатининг ўлчами-энтропия тушунчаси киритилган. Энтропия сўзи грекчадан олинган бўлиб ўзгартириш, айлантириш деган маънони англатади. Бу функция энергияни бошқа энергияга ўзгартириш тадқиқотлари учун қўлланилади.

Энтропияни моҳияти билан танишиш учун PV диаграммада ихтиёрий қайтувчи 1-2 газ ҳолатини ўзгариш жараёнини кўриб чиқамиз.

Жараён давомида газнинг ҳарорати ўзгариб туради.

Агар 1 - 2 жараёни чексиз кичик ва бир - бирига чексиз яқин бўлақларга бўлсакда, ҳар бир бўлақда dq иссиқлик берилди деб оламиз. Бунда биз чексиз кичик жараён оралиғида газнинг ҳарорати деярли ўзгармайди дейишимиз мумкин.

Чексиз кичик жараёнда газга берилган иссиқликни газнинг абсолют ҳароратига " T " нисбатини келтирилган иссиқлик деб атаймиз ва ds билан

белгилаймиз, яъни $\frac{\delta q}{T} = ds$, (1) ёки бу ифодадан чексиз кичик жараёнда газга берилган иссиқликни аниқлаш мумкин

$$\delta q = T \cdot ds \quad (2)$$

Маълумки, газнинг термодинамик ҳарорати "Т" доимо мусбат қийматга эга. Шунинг учун охириги (2) тенглигига қараб қуйидаги фикрни юритиш мумкин. Агар газга иссиқлик берилса иссиқлик миқдорини кўрсатувчи энтропия ортади ва аксинча, газдан иссиқлик олинса энтропия ҳам камаяди.

Газнинг энтропиясини аниқлаш учун термодинамика 1 - нчи қонунини дифференциал кўринишдаги тенгламасини Т га бўламиз

$$\frac{\delta q}{T} = C_v \frac{dT}{T} + \frac{Pd\vartheta}{T} \quad (3)$$

газ ҳолати тенгламаси $PV+RT$ ни қуйидаги ҳолга келтирамизда $\frac{P}{T} = \frac{R}{\vartheta}$ (3)

тенгликга қўямиз

$$\frac{\delta q}{T} = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{Pd\vartheta}{\vartheta} \quad \text{ёки (1) ни ҳисобга олсак}$$

$$dS = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{d\vartheta}{\vartheta} \quad \text{бўлади.}$$

Бу dS катталиқ, газнинг ҳар бир ҳолати учун аниқ қийматга эга бўлган газ ҳолатининг маълум функцияси бўлиб, термодинамикада энтропия дейилади.

Демак, энтропия - маълум функция "S" нинг тўла дифференциали бўлиб, у фақат газ ҳолатининг ўлчамларига боғлиқдир. Шунинг учун энтропиянинг ўзи ҳам газ ҳолатининг ўлчами бўлиб ҳисобланади.

Энтропиянинг абсолют қиймати термодинамикада унчалик аҳамиятсиз бўлиб, унинг ўзгариши эса катта аҳамиятга эга. Чунки унинг ўзгариши газга берилган иссиқлик миқдорини тўла ҳарактерлайди. Шунинг учун термодинамикада ишчи жисм энтропиясининг ўзгариши аниқланади

$$\Delta S = S_2 - S_1 = C_v \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} + R \int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2} \frac{d\vartheta}{\vartheta}$$

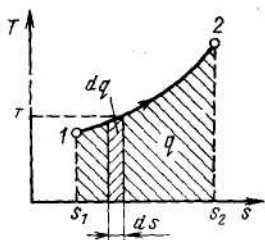
$$\Delta S = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{P_2}{P_1}$$

Энтропия тушунчаси термодинамик ҳисоблар учун жуда қулай бўлган "TS" диаграммасини киритиш имконини беради. Бунда абцисса ўқига маълум масштабда энтропиянинг "S" қиймати, ордината ўқига эса термодинамик ҳароратнинг қийматлари қўйилади.

Агар газ 1-ҳолатда 2-ҳолатга ўтишда $T=f(S)$ эгри чизиғи орқали борган бўлса, у ҳолда берилган иссиқлик миқдори

$$\delta q = T \cdot \overleftarrow{ds} \quad \text{ва} \quad \overleftarrow{q} = \int_{T_1}^{T_2} T \cdot ds \quad \text{бўлади.}$$

Демак, бундан кўриниб турибдики, "TS" диаграммада



6-расм. Иссиқликнинг T, S -координатада график кўриниши

жараёни кўрсатувчи эгри чизик, бошланғич ва охири ҳолатлар орқали ўтган иккала ордината ва абцисса ўқи билан чегараланган юза 1-2-3- 4-1 маълум масштабда жараёнда қатнашган иссиқлик миқдори " q "ни ифодалайди.

Шунинг учун термодинамик жараёнларни бундай координаларда ифодашни " TS " диаграммаси ёки иссиқлик диаграммаси дейилади.

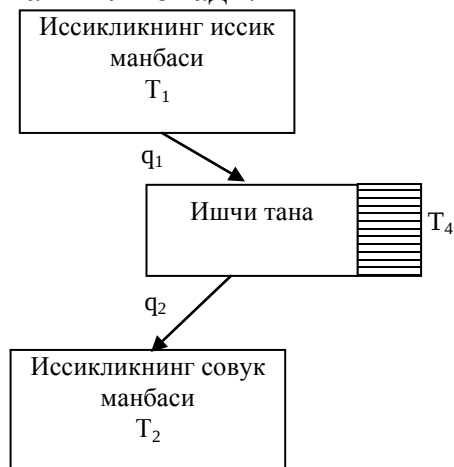
Термодинамиканинг иккинчи қонуни умумий шаклланиши

Термодинамиканинг биринчи қонунидан келиб чиқадики, дигателларда иссиқлик ва механик энергияни ўзаро алмашилиши (ўзгариши) фақат маълум эквивалент миқдорда амалга ошади. Энергия сарфланмасдан ишни бажариш мумкин бўлган двигателни абадий двигателлар дейилади. Маълумки, бундай двигателлар бўлиши мумкин эмас ва бу термодинамиканинг биринчи қонунига зиддир.

1755 йилда Франция Фанлар Академияси бундан кейин ҳар қандай турдаги абадий двигател тўғрисидаги лойиҳаларни кўриб чиқмасликни эълон қилди.

Тажрибалар шуни кўрсатдики, механик энергияни тўлиқ иссиқлик энергияга айлантириш мумкин, масалан ишқаланиш йўли билан. Аммо иссиқликни тўлиқ механик энергиясига айлантириш мумкин эмас. Бу табиатда фундаментал қонун борлиги билан боғлиқдир. Бу қонунни термодинамиканинг иккинчи қонуни дейилади. Бунинг моҳиятини тушунтириш учун иссиқлик двигателининг ишлашига муроҷат қиламиз

Тажриба шуни кўрсатдики, ҳамма иссиқлик двигателлари иссиқлик берувчи иссиқлик манбаларидан (ишчи танадан) ва иссиқликнинг совуқ манбасидан ташкил топади.

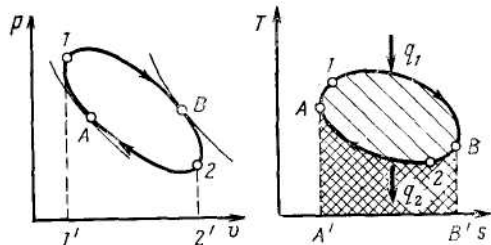


7-расм. Иссиқлик двигателининг термодинамик схемаси

Амалда мавжуд иссиқлик двигателларининг иссиқлик манбалари бўлиб ёқилғини ёниш химик реакцияси хизмат қилади, совуқ манба бўлиб эса - атроф муҳит, яъни атмосфера ҳисобланади.

Ишчи тана бўлиб, юқорида айтилгандек, газ ёки буғ қўлланилади. Двигателни ишлаши қуйидагича амалга ошади. Ишчи тана 1В2 чизик бўйича кенгайиб майдони 1В22 '1' га тенг бўлган ишни бажаради.

Тўхтовсиз таъсир қиладган иссиқлик машиналарида бу жараён кўп марталаб қайтарилиши керак. Бунинг учун ишчи танани олдинги ҳолатга келтириб қўйиш кераклигини билиш керак. Бундай ўтиш 2В1 жараёни бўйича амалга оширилиши мумкин.



8-расм P-V ва T-S диаграммаларда айланма цикл.

Аммо бунда ишчи тана устидан худуд шундай ишни бажариш керак бўлади. Маълумки, бунинг ҳеч маъноси йўқдир, чунки ишнинг йиғиндиси-цикл иши нолга тенг бўлади.

Двигатель тўхтовсиз механик энергияни ишлаб чиқиши учун, кенгайишдаги иш сиқишдаги ишдан катта бўлиши керак. Шунинг учун сиқиш эгри чизиғи 2А1 кенгайиш чизиғидан пастда ётиши керак. 2А1 жараёнида сарфланган иш 2А11 '2' майдон билан ифодаланади. Натижада ҳар бир килограмм ишчи тана цикл давомида l_c фойдали иш қилади. Бу ишнинг майдони 1В2А1 га эквивалент бўлиб, цикл контури билан чегараланган.

Агар А ва В нукталардан уринма бўлган иккита адиабатик чизиқ ўтказсак цикл иккита участкага А1В ва В2А га бўлинади. А1В участкада эса q_2 иссиқлик келтирилади (киритилади). В2 А участкада эса q_2 иссиқлик чиқарилади. А ва В нукталарда иссиқлик кирмайди ҳам ва чиқмайди ҳам, фақат иссиқлик оқими ишораларини ўзгартиради.

Шундай қилиб, двигателни тўхтовсиз ишлаши учун ишчи танага иссиқлик манбасидан q_1 иссиқлик келтирилади, ва ундан совуқ манбага q_2 иссиқлик чиқарилади. "TS" диаграммада q_1 иссиқликга А' А1ВВ' майдон, q_2 га - А'А2ВВ' майдон эквивалентдир.

Цикл давомида двигатель томонидан бажарилган ишни иссиқлик манбаидан циклга киритилган иссиқлик миқдорига нисбати циклдаги фойдали ишнинг термик коэффиценти деб аталади.

$$\eta_t = \frac{l_u}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$$

ФИК иссиқлик двигатели циклининг такомиллашганлик даражасини билдиради. ФИК қанча катта бўлса келтириган иссиқлик кўпроқ ишга айланади.

Карно цикллари

Режа

1. Карнонинг тўғри цикли
2. Эквивалентли Карно цикли
3. Умумлаштирилган (регенратив) Карно цикли
4. Карнонинг тескари цикли

Иссиқликни ишга айлантириш учун тўхтовсиз ишлайдиган машиналарда иссиқлик манбаи (иссиқлик олиш учун) ва совуқлик манбаи (ишга айланмай қолган иссиқликни олиш учун) бўлиши лозим.

Битта T_1 иссиқлик ва битта T_2 совуқлик манбаи бўлган оддий ҳолни кўриб чиқамиз. Бу шароитда қайтувчи циклни яратишнинг бирдан - бир имконияти қуйидагилардан иборатдир. Иссиқликни иссиқлик манбасидан ишчи танага изотермик (яъни ҳароратини ўзгартирмай) бериш керак. Бошқа ҳамма ҳолларда ишчи тананинг ҳарорати, манба ҳарорати T_1 дан кичик бўлади. яъни улар орасидаги иссиқлик алмашилиш тенг салмоқли бўлмайди.

Ишчи танани иссиқлик ҳолатидан совуқ манбанинг T_2 ҳароратигача, бошқа таналарга иссиқлик бермай тенг салмоқли совутиш учун фақат адиабатик кенгайишда иш содир қилиш йўли билан амалга ошириш мумкин. Шундай тасавур билан ишчи танадан иссиқликни совуқ манбага бериш жараёни ҳам изотермик, ишчи танани ҳароратини T_1 дан T_2 гача кўтариш жараёни ҳам адабитик сиқиш билан иш бажариш орқали бўлиши керак. Иккита изотермик ва иккита адиабатик циклдан ташкил топган жараён Сади Карно цикли деб номланади. Шу цикл ёрдамида 1824 йил С.Карно иссиқлик энергиясини механик энергияга айлантириш асосий қонунини яратди.

Карно циклини иссиқлик машиналарида амалга оширишни қуйидагича тасаввур қилиш мумкин. Ишчи тана (газ) бошлангич ўлчамлари билан "а" нуқтада ҳаракатланиб поршень остидаги цилиндрга жойлашган. Бунда цилиндрнинг деворлари ва поршень иссиқликни абсолют ўтказмайди. Аммо иссиқлик цилиндрнинг асоси орқали берилиши мумкин.

Карнонинг тўғри цикли

Цилиндрни иссиқ иссиқлик манбаи билан тўташтирамиз. Газ T_1 ҳароратида ϑ_a ҳажмдан ϑ_b ҳажмгача изотермик кенгайиб иссиқлик манбаидан қуйидаги иссиқликни олади $q_1 = T_1(S_2 - S_1)$. «в» нуқтага келганда иссиқлик беришни тугатамиз ва цилиндрни иссиқлик изоляторига қўямиз. Бунда ишчи тананинг кейинги кенгайиши адиабатик бўлади. Кенгайишдаги иш бунда фақат ички

энергия ҳисобига амалга ошади. Бунинг натижасида газнинг ҳарорати T_2 гача тушади.

Энди танани биринчи ҳолатга келтирамыз. Бунинг учун аввало цилиндр ҳарорати T_2 бўлган совуқ манбага жойлаштирамыз ва ишчи танани изотерма бўйича "cd" гача сикамыз. Бунда l_2 иш бажарилади ва бунда пастки манбага ишчи танадан $q_2 = T_2(S_2 - S_1)$ иссиқлик чиқарилади. Сўнгра цилиндрни яна иссиқлик изоляторига жойлаштирамызда кейинги сиқишни адиабатик шароитда ўтказамиз. "da" чизиғи бўйича сиқишга кетган иш ички энергияни оширишга кетади. Бунинг натижасида газнинг ҳарорати T_1 гача ошади.

Шундай қилиб, цикл давомида ҳар бир килограмм газ иссиқлик манбаидан q_1 иссиқликни олади, q_2 иссиқликни совуқ манбага бериб $L_{ц}$ иш бажаради.

Карно циклининг термик фойдали иш коэффиценти ушбу формула билан аниқланади:

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1(S_2 - S_1) - T_2(S_2 - S_1)}{T_1(S_2 - S_1)} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Бундан шундай хулоса қилиш мумкин. 1) Карно циклининг термик ФИК фақат иссиқ ва совуқ манбаларнинг абсолют ҳароратига боғлиқ экан.

2) Карно циклининг ФИК T_1 иссиқлик манбанинг ҳарорати ортиши ва T_2 совуқ манбанинг ҳарорати камайиши билан ортади.

3) Карно циклининг термик ФИК ҳар доим бирдан кичикдир ва бирга тенг бўлиши мумкин эмас, бўлса ҳам фақат ушбу ҳолда $\frac{T_2}{T_1} = 0$, яъни $T_1 = \infty$ ёки $T_2 = 0$

бўлганда бўлиши мумкин. Аммо биринчи ва иккинчи ҳолни ҳам амалга ошириб бўлмайди.

4) $T_1 = T_2$ тенг бўлса Карно циклининг термик ФИК 0 га тенг бўлади. Бу иссиқликни ишга айлантириш мумкин эмаслигини кўрсатади.

$T_2 = 10^\circ\text{C}$ бўлганда Карно циклининг ФИК ҳар хил ҳароратида T_1 қуйидагича бўлади:

T_1	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600
η_t	0,40	0,58	0,68	0,74	0,78	0,81	0,83	0,85

Бу идеал циклнинг ФИК дир. Реал циклнинг ФИК бундан кичик бўлади.

Эквивалент (тенг аҳамиятли) Карно цикли.

Карно цикли иссиқлик двигателлари назарияси учун катта аҳамиятга эгадир.

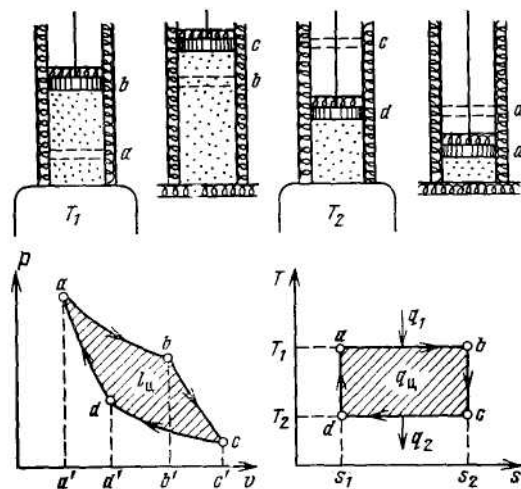
Карно циклининг термик ФИК дан кўриниб турибдики, юқори иссиқлик манбасининг ҳарорати қанчалик катта, пастки совуқлик берувчи манбанинг ҳарорати қанчалик кичик бўлса ФИК шунга катта бўлади. Бу асосий ҳолат иссиқлик двигателларининг ҳар бир цикли учун тўғридир. Ҳар бир ихтиёрий ABCD (9-чизмага қаранг) циклда, иссиқликни берилиши ва ўзатилиши

ўзгарувчан ҳарорат остида бўлса, эквивалент бўлаги Карно циклини 1234 билан алмаштириш мумкин. Бунда иссиқлик миқдори q_1 , q_2 ва энтропияни ўзгариши $S_2 - S_1$ ABCD циклидагига мувофиқ равишда тенгдир. Буни ҳисобга олиб

$$q_1 = q_{ABC} = T_{1yp} (S_2 - S_1), \quad (1)$$

$$q_2 = q_{CDA} = T_{2yp} (S_2 - S_1), \quad (2)$$

Ихтиёрий циклнинг термик ФИК



9-расм. Карнонинг тўғри цикли.

$$\eta_{tABCD} = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{T_{2yp} (S_2 - S_1)}{T_{1yp} (S_2 - S_1)} = 1 - \frac{T_{2yp}}{T_{1yp}} \quad (3)$$

бу ерда T_{1yp} , T_{2yp} -киритилаётган ва чиқарилаётган ўртача ҳарорат.

Буларнинг миқдори (1 ва 2 ифодадан) қуйидагига тенг.

$$T_{1yp} = \frac{q_1}{S_2 - S_1}; \quad T_{2yp} = \frac{q_2}{S_2 - S_1};$$

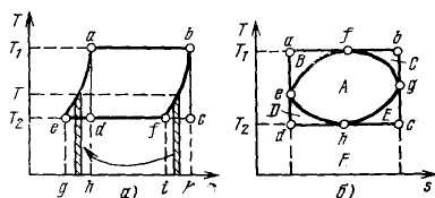
Ифода 3-дан келиб чиқадики иссиқлик двигателларининг ихтиёрий цикли ФИК орттириш учун киритилаётган ҳароратининг ўртача миқдорини кўтариш, чиқарилаётган ҳароратининг ўртача миқдорини пасайтириш керак. Карно циклининг амалдаги аҳамияти шундан келиб чиқади.

Ихтиёрий циклнинг ФИК ни ортиш чегараси T_{max} , T_{min} ҳароратларида бўлади. Бу чегараларда Карно цикли ФИК максимал қийматга эга бўлади.

Бундан келиб чиқадики, ҳар қандай ихтиёрий циклнинг такомиллашганлигини унинг ФИК билан Карно циклини термик ФИК га солиштириш йўли билан айтиб бериш мумкин. Бу Карно циклининг катта илмий аҳамиятга эга эканлигидан далолат беради.

Умумлаштирилган (регенератив) Карно цикли.

Берилган T_1 ва T_2 ҳарорат чегарасида энг юқори ФИК га фақат Карно циклида эмас, бошқа ҳар қандай циклда, яъни иккита изотермик АВ ва СД циклдан ташқил топган циклда эга бўлиш мумкин. (10-расмга қаранг)



10-расм. Бир хил чегарали температуралардаги ихтиёрий ҳамда Карно циклларининг солиштириш.

Бунинг учун ВС жараёнида иссиқлик ишчи танадан (совуқ) пастки манбага эмас, регенератор орқали (ёрдамида) ишчи танани қиздирилади ДА жараёнга берилиши керак. Бу ерда шуни эсда тутиши керакки, ишчи тана ташқи иссиқлик манбалари билан фақат АВ ва СД участкаларда алоқага эга бўлади. ВС ва ДА эгри чизиклари тенг оралиқдадир, шунинг учун СВВ'С' майдон ДАА'Д' майдонга тенг, яъний бу жараёнлардаги ҳарорат бир хилдир, аммо ишораси карама қаршидир.

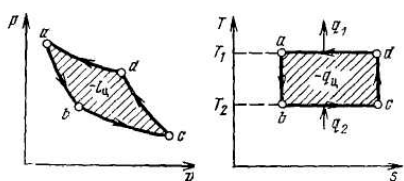
Демак q_1 ва q_2 иссиқликлар миқдори Карно циклидаги миқдорга тенгдир. Икки циклдаги иссиқликни тенглиги уларни термик ФИКни ҳам тенглигини кўрсатади

$$\eta_{\text{умум}} = \eta_{\text{Карно}} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

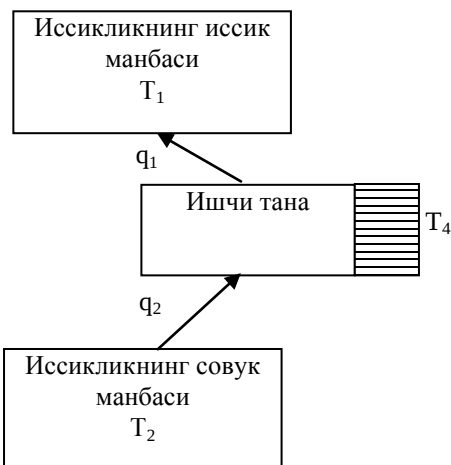
Регенерация принципи циклларни самарасивлигини ошириш усули сифатида ҳозирги замон иссиқлик куч ва совутиш қурилмаларида кенг қўлланилмоқда.

Карнонинг тескари цикли.

Бу цикл соат стрелкаси йўналишига қарши йўналишда амалга оширилиб, ишчи тана аввало адиабатик 3-4 бўйича l_1 иш сарф қилиб, сўнггра изотерма 4-1 бўйича юқори манбага q_1 иссиқлик бериб қисилади.



11-расм P-V ва T,S диаграммаларда Карнонинг тескари цикли



12-расм Совуқлик машинасининг термодинамик схемаси

Бундан кейин ишчи тана 1-2 адиабат бўйича кенгаяди ва l_2 иш сарфланади, ҳарорат T_1 дан T_2 гача тушади. Сўнгра изотерма 2-3 бўйича кенгаяди. Бунда пастки манбадан (совуқ) q_2 иссиқлик олинади.

Тескари цикл амалга оширилганлиги билан иссиқлик совуқ танадан иссиқ бўлган танасига ўтади. Бунинг учун ташқаридан l_0 иш сарфланади. Бу иш майдон 34123 тенг бўлиб, l_1 ва l_2 ишни айирмасига тенг, яъни

$$l_0 = l_1 - l_2$$

Шундай қилиб, ушбу айтиб ўтилган жарён, яъни иссиқликни паст бўлган манбадан иссиқлиги юқори бўлган манбага ўтиши термодинамиканинг иккинчи қонунига қарма-қарши бўлмайди, чунки ҳарорат ўз-ўзидан ўтгани йўқ. Уни ўтказиш учун қўшимча ишни иссиқликка айлантириш учун жараён олиб борилаяпти.

Тескари Карно цикл учун совуқлик коэффиценти ҳарорат орқали ифодаланиши мумкин.

Тескари Карно цикл учун совуқлик коэффиценти қуйидагига тенг.

$$\varepsilon_{\text{корно}} = \frac{1}{\frac{q_1}{q_2} - 1} = \frac{1}{\frac{T_1(S_2 - S_1)}{T_2(S_2 - S_1)} - 1} = \frac{1}{\frac{T_1}{T_2} - 1}$$

Бу ифодадан келиб чиқадики, совутиш қурилмаларини самарадорлигини ошириш ташқи муҳитни T_1 ҳароратини пасайтиришга ва совўтилаётган хона ҳароратини T_2 оширишга боғлиқдир, $T_1 - T_2$ ҳарорат ораллиғини камайтиришга боғлиқдир.

Асосий термодинамик жараёнлар

Режа

1. Ёпиқ системалардаги идеал газларда термодинамик жараёнлар.
2. Ўзгармас ҳажмли (изоҳорик) жараён.
3. Ўзгармас босимли (изоҳорик) жараён.
4. Ўзгармас ҳароратли жараён (изотермик).

5. Ташқи муҳит билан иссиқлик алмашмайдиган (адиабатик) жараён.
6. Умумий (политроп) жараён.

Термодинамикада катта роль уйновчи ва амалий аҳамиятга эга бўлган асосий термодинамик жараёнлар қуйидагилардир:

- 1) Ўзгармас ҳажмли (изоҳарик) жараён;
- 2) Ўзгармас босим (изобарик) жараён;
- 3) Ўзгармас ҳароратли (изотермик) жараён;
- 4) Ташқи муҳит билан иссиқлик алмашмайдиган (адиабатик) жараён;
- 5) Ихтиёрий, умумий (политропик) жараён.

Жараёнларни ўрганиш икки йўналишда бориши керак:

1. Ишчи жисм ўлчамларини ўзгариш қонуниятларини аниқлаш;
2. Ҳар бир жараёнда ишчи жисм ҳолатининг ўлчамларига қараб энергиянинг бошқа турдаги энергияга айланишдаги хусусиятларини ўрганиш.

Юқоридаги талабларни ҳисобга олган ҳолда ҳар бир термодинамик жараён қуйидаги кетма-кетликда таҳлил қилинади:

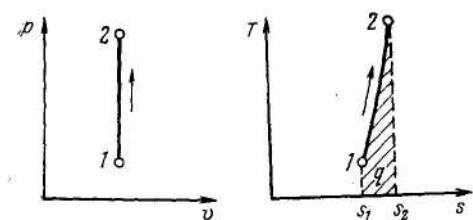
1. Термодинамика биринчи қонунининг математик ифодаси ва газ ҳолати тенгламаси асосида термодинамик жараённинг тенгламаси келтириб чиқарилади;
2. Жараённинг тенгламаси бўйича «P-U» ва «T-S» диаграммалари чизилади;
3. Жараёнда газ ҳолати ўлчамлари орасидаги боғланиш аниқланади;
4. Жараёнда ички энергиянинг ўзгариши аниқланди;
5. Жараёнда газнинг бажарган иши ҳисобланади;
6. Жараённи бажариш учун газга бериладиган ёки олинадиган иссиқлик аниқланади;
7. Жараёнда иссиқликни қандай таксимланиши қараб чиқилади. Бунинг учун газнинг ички энергиясини ўзгартиришига сарф бўладиган иссиқликнинг улуши $\alpha = \frac{\Delta u}{q}$ ҳисобланади.
8. Жараёнда энтропия ўзгариши ҳисобланади.

Ўзгармас ҳажмли (изоҳарик) жараён.

Ишчи жисмнинг ҳажми ўзгармасдан бажариладиган термодинамик жараён-изоҳарик жараёни деб аталади.

Жараённинг тенгламаси $u = \text{const}$

Жараённинг P-U ва T-S диаграммаси (13-расмда) кўрсатилган.



13-расм. Изохорик жараёни P, ϑ ва T, S диаграммаларда акс этиши

Газнинг дастлабки 1 ва охири ҳолати учун ҳолат тенгламаси.

$$P_1 \vartheta_1 = RT_1 \quad \text{ва} \quad P_2 \vartheta_2 = RT_2$$

Изохорик жараён учун $\vartheta_1 = \vartheta_2 = \text{const}$ эканлигини ҳисобга олсак, охири иккала тенгламани ўзаро бўлсак қуйидагини ҳосил қиламиз:

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$ яъни, газнинг босими унинг ҳароратига пропорционал равишда ўзгаради.

Ички энергиянинг ўзгариши

$$\Delta u = C_v(T_2 - T_1) \quad \text{ёки} \quad du = C_v dT$$

Жараёнда бажарилган иш

$$\ell = \int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2} P d\vartheta, \quad \text{бу ерда} \quad \vartheta = \text{const} \quad \text{бўлгани учун} \quad d\vartheta = 0 \quad \text{бўлади. Демак,} \quad \ell = 0, \quad \text{яъни}$$

изохорик жараёнда газ ташқи иш бажармайди. Буни измадан кўриш мумкин. Графикда ишни ифодаловчи юза 0 га тенг.

Жараёнда газга берилган иссиқликни (ёки олинган) аниқлаш учун термодинамиканинг 1-чи қонунини тенгламасини ёзамиз $q = \Delta U + l$, изохорик жараён учун $l = 0$.

У ҳолда $q = \Delta U = C_v(T_2 - T_1)$, яъни, изохорик жараёнда газга берилган иссиқликни барчаси газнинг ички энергиясини орттиришга сарф бўлади.

Ички энергиянинг ўзгартиришга сарф бўлган иссиқликнинг миқдори α

$$\alpha = \frac{\Delta u}{q} = \frac{q}{q} = 1$$

Жараёнда энтропиянинг ўзгариши

$$\Delta S = S_2 - S_1 = C_v \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} + R \int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2} \frac{d\vartheta}{\vartheta};$$

Жараёнда $\vartheta_1 = \vartheta_2 = \text{const}$ бўлгани учун

$$\Delta s = C_v \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$$

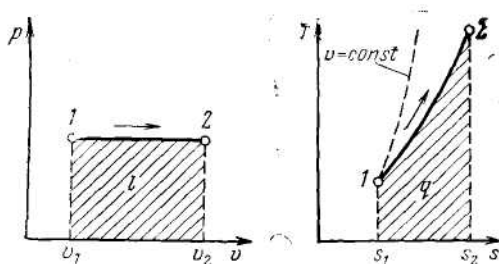
Жараён TS диаграммасыда иссиқлик бериш билан борадиган 1-2 эгри чизиғи билан ифодаланади, яъни энтропия ортирмасы мусбат.

3. Ўзгармас босимли (изоҳорик) жараён.

Ўзгармас босим ҳолатида бажариладиган ҳар қандай термодинамик жараён-изобарик жараён деб аталади.

Жараённинг тенгламаси $P = \text{const}$

Жараённинг P ϑ ва TS диаграммасы (14- расм)



14-Расм. Изобарик жараённи P, ϑ ва T, S га доир акс этиши

Ўлчамлар орасидаги боғланишни аниқлаш учун газ ҳолат тенгламаси

$$P_1 \vartheta_1 = RT_1 \quad \text{ва} \quad P_2 \vartheta_2 = RT_2$$

Бу жараёнда $P_1 = P_2 = \text{const}$. Тенгликларни ўзаро бўламиз.

$$\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{T_2}{T_1}, \quad \text{яъни газ ҳажмининг ортиши унинг термодинамик ҳароратига}$$

пропорционал боғланган.

Ички энергиянинг ўзгариши изоҳорик жараёндаги каби бўлади, яъни

$$\Delta u = C_v(T_2 - T_1) \quad \text{ёки} \quad d\vartheta = C_v dT$$

Жараёнда газнинг бажарган иши

$$l = \int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2} P d\vartheta = P \int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2} d\vartheta = P(\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

Бажарилган ишни бошқача ифодалаш мумкин. P ϑ =RT ни ҳисобга олсак

$$l = P(\vartheta_2 - \vartheta_1) = P\vartheta_2 - P\vartheta_1 = RT_2 - RT_1 = R(T_2 - T_1)$$

$$l = R(T_2 - T_1)$$

Жараёнда газга берилган иссиқлик миқдори

$$q = \Delta u + l \quad \text{ёки}$$

$$q = C_v(T_2 - T_1) + R(T_2 - T_1) = (C_v + R)(T_2 - T_1)$$

$C_p - C_v = R$ бўлгани учун $C_v + R = C_p$ бўлади.

Шунинг учун

$$q = C_p(T_2 - T_1)$$

Изобарик жараёнда иссиқликни (q ни) энталпияларнинг кимматлари орқали ҳам ифодалаш мумкин:

$$Q = \Delta U = l$$

бу ерда $\Delta u = u_2 - u_1$ ва $l = P(\vartheta_2 - \vartheta_1)$ бўлгани учун

$$q = u_2 - u_1 + P\vartheta_2 - P\vartheta_1$$

Бир хил индексли катталикларни гурухлаймиз.

$$q = (u_2 - P\vartheta_2) - (u_1 - P\vartheta_1)$$

$i = u - p\vartheta$ бўлгани учун

$q = l_2 - i_1$ ифода келиб чиқади.

Демак, изобарик жараёнда газга берилган иссиқлик бошлангич ва охири ҳолатдаги энталпияларнинг айирмасига тенг.

Бу жараён учун α нинг қиймати

$$\alpha = \frac{\Delta u}{q} = \frac{C_v(T_2 - T_1)}{C_p(\ell_2 - \ell_1)} = \frac{C_v}{C_p} = \frac{1}{k}$$

Демак, изобарик жараёнда газга берилган иссиқликнинг $\frac{1}{k}$ хиссаси, ёки бошқача қилиб айтганда, $100/k$ проценти, газнинг ички энергиясини ортишига сарф бўлади.

Энтропиянинг ўзгариши қуйидагича аниқланади

$$ds = \frac{dq}{T} = C_p \frac{dT}{T}$$

Тенгликни T_1 дан T_2 гача интегралласак

$$s_2 - s_1 = C_p \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = C_p \ell_n \frac{T_2}{T_1} \text{ ҳосил бўлади.}$$

$$\text{Демак } \Delta s = C_p \ell_n \frac{T_2}{T_1}$$

Бир хил ҳароратларда, изоҳоранинг изобарга нисбатан яқка қиялиги каттароқ бўлади, яъни изоҳора чизиғи TS диаграммасида тикроқ кўтарилиб боради. Бунга сабаб изоҳорик жараёнда газга берилган, иссиқликнинг барчаси ички энергиянинг ортиришига яъни газ ҳароратини кўтаришга сарфланади.

Ўзгармас ҳароратли(изотермик) жараён.

Ишчи жисмнинг ҳарорати ўзгармас ҳолда бажариладиган ҳар қандай термодинамик жараён-изотермик жараён дейилади.

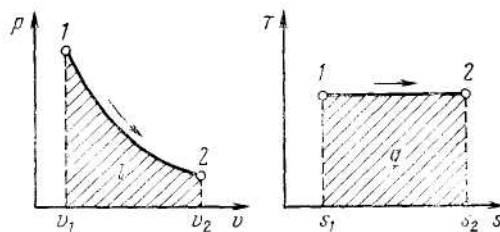
Жараённинг тенгламаси

$$P\vartheta = \text{const}$$

Жараённинг бажарилиш шарти эмас

$$T = \text{Const}$$

Жараённинг $P\vartheta$ диаграммасидаги ифодаси логарифмик эгри чизик, TS диаграммаси эса абцисса ўқиға параллел бўлган чизикдир.



15-расм. Изотерик жараёни P, V ва T, S диаграммаларда акс этиши

Ўлчамлар орасидаги боғланишни жараённинг тенгламасидан аниқлаш мумкин, яъни

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{const} \quad \text{ёки} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Демак, жараёнда ишчи жисмнинг босими, унинг солиштирма ҳажмига тескари пропорционал боғланган.

Газнинг бажарган ташқи иши

$$\ell = \int_{V_1}^{V_2} P dV$$

Ҳолат тенгламасидан $P = \frac{RT}{V}$

$$\ell = \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V} dV = RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Чунки $RT = \text{Const.}$

Шундай қилиб

$$\ell = RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \text{ёки} \quad \ell = 2,3 RT \lg \frac{P_1}{P_2}$$

Жараёнда газ ички энергиясини ўзгариши нолга тенг бўлади: $\Delta U = 0$, чунки $T_2 = T_1 = \text{Const.}$

Жараёнда газга берилган иссиқликни миқдори $\Delta U = 0$ бўлгани учун

$$q = \ell = RT \ln V_2/V_1 \quad \text{бўлади.}$$

Бу тенгликдан кўриниб турибдики, изотермик жараёнда газга бериладиган иссиқликнинг барчаси иш бажарилишига сарф бўлади. Газнинг ички энергияси бу жараёнда ўзгармайди.

Газни энтропияси $\Delta T = 0$, яъни $T = \text{Const}$ бўлганлиги учун

$$\Delta S = S_2 - S_1 = RT \ln V_2/V_1 - R \ln P_1/P_2$$

Ташқи муҳит билан иссиқлик алмашмайдиган (адибатик) жараён.

Ишчи жисм билан ташқи муҳит орасида иссиқлик алмашмайдиган ҳар қандай ҳолат ўзгаришидаги термодинамик жараён-адибатик жараён дейилади.

Бу жараёни идеал жараён дейиш мумкин, чунки ҳақиқий жараёнларнинг барчасида ҳам оз ёки кўп миқдорда ташқи муҳит билан иссиқлик алмашилиш ҳоллари содир бўлади.

Амалда адиабата жараёнига яқин келадиган жараёнлар ўта тез содир бўладиган жараёнлар бўлиб, уларда ишчи жисм ташқи муҳит билан иссиқлик алмашилиб улгура олмайди, яъни, жараён қанчалик тез содир бўлса, у шунчалик адиабатага яқинлашади.

Жараённинг шarti

$$dq = 0$$

Термодинамика биринчи қонунининг математик ифодаси дифференциал куралишида;

$$dq = C_v dT + R d\vartheta \text{ ёки } dq = C_p dT - \vartheta dP$$

Иккала тенгликда ҳам $dc=0$ бўлгани учун

$$C_v dT + P d\vartheta = 0, \quad C_p dT - \vartheta dP = 0$$

ёки

$$C_v dT = -P d\vartheta, \quad C_p dT = \vartheta dP$$

Иккинчи тенгликни биринчи тенгликка бўламиз

$$\frac{C_p}{C_v} = -\frac{P}{\vartheta} \cdot \frac{d\vartheta}{dP}; \quad K = \frac{C_p}{C_v}$$

бўлгани учун $K = \frac{P}{\vartheta} \cdot \frac{d\vartheta}{dP}$ ёки $K = \frac{P}{dP} \cdot \frac{d\vartheta}{\vartheta}$. Бу тенгликдаги ўнг томондаги биринчи нисбатни чап томонга қўямиз.

$$K \frac{P}{dP} = \frac{d\vartheta}{\vartheta} \quad \text{ёки} \quad \frac{dP}{P} = -K \frac{d\vartheta}{\vartheta},$$

Охириги тенгликни интеграллаймиз ва қуйидагини ҳосил қиламиз.

$$\int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P} = -K \int_{\vartheta_1}^{\vartheta_2} \frac{d\vartheta}{\vartheta}; \quad \ln \frac{P_2}{P_1} = -K \ln \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1}$$

Тенгликнинг ўнг томонидаги коэффициент «K» ни ишорасини ҳисобга олган ҳолда логарифм белгиси остига киритамиз:

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \ln \left(\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} \right)^K$$

Малумки, агар икки сонининг логарифмлари ўзаро тенг бўлса, уларнинг ўзлари ҳам бир-бирига тенг бўлади.

Шунинг учун

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\vartheta_1^K}{\vartheta_2^K}$$

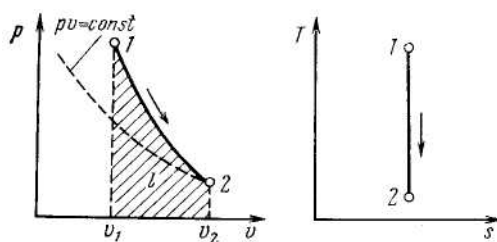
бўлади, бу тенгликдан ёзишимиз мумкин.

$$P \vartheta_1^K = P \vartheta_2^K = \dots = P_n \vartheta_n^K = \text{Const.}$$

Шундай қилиб, адиабатик жараённинг тенгламаси умумий ҳолда қуйидагича бўлади.

$$P \vartheta^K = \text{Const.}$$

Адиабатик жараённинг $P\vartheta$ диаграммаси гипербола чизиғи билан (16-расм), TS диаграммада эса вертикал чизиқ билан ифодаланади.



16-расм. Адибатик жараёни P, V ва T, S диаграммада акс этиши

Жараёнда ўлчамлар орасидаги боғланиш:

а) Босим ва солиштирма ҳажм орасидаги боғланиш

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^K \quad \text{ёки} \quad \frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{K}}$$

б) Ҳарорат ва солиштирма ҳажм орасидаги боғланиш

$$\left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{K-1} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{ёки} \quad \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{1}{K-1}} = \frac{V_2}{V_1}$$

в) Ҳарорат билан босим орасидаги боғланиш

$$\left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{K-1}{K}} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{ёки} \quad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{K}{K-1}}$$

Ички энергиянинг ўзгариши

$$\Delta U = U_1 - U_2 = C_v(T_2 - T_1)$$

Бажарилган иш

$$dq=0 \text{ бўлгани учун } \ell = \frac{R}{K-1}(T_1 - T_2).$$

Газ ички энергиясини ўзгартиш учун сарфланадиган иссиқликнинг қисми

$$\alpha = \frac{\Delta U}{q} = \frac{dU}{O} = \infty$$

Бу жараёнда энтропия ўзгармайди. Шунинг учун адиабата жараёнини, баъзи ҳолларда «изоэнтропия» жараёни ҳам деб аталади.

Тенгликлардаги «K» ни адиабата кўрсаткичи дейилади. Унинг сони газнинг турига боғлиқ бўлмай, фақат газ молекуласини атом сонига боғлиқ.

Умумий (политрон) жараёнлар.

Политроп жараёнлари ҳеч қандай, бажарилиш шартига эга бўлмаган, энг умумий термодинамик жараёндир.

Ҳақиқий (реал) термодинамик жараёнларда ишчи жисм ҳолати мураккаб шароитда ўзгаради, юқорида қараб чиқилган 4 та содда термодинамик жараёнлар шу мураккаб (реал) жараёнларнинг фақат хусусий ҳоллари бўлади.

Политроп жараёнинг тенгламаси

$$P\vartheta^n = \text{Const.}$$

Политроп жараённинг бошқа жараёнларнинг хусусий ҳоли эканлигини исботлаш учун политроп кўрсаткичи «n» га хусусий қийматларни берамиз, яъни

1) агар $n = 0$ бўлса, у ҳолда

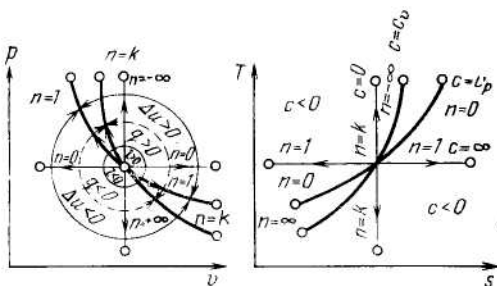
$$P\vartheta^0 = \text{Const} \text{ ёки } P = \text{Const, изобарик;}$$

2) $n = \infty$

$$\text{ёки } \vartheta = \text{Const} \text{ изохорик}$$

3) Агар $n = 1$ бўлса, $P\vartheta = \text{Const}$ изотермик

5) Агар $n = k$ бўлса, $P\vartheta^k = \text{Const}$ адиабатик жараён бўлиб, мос равишда олдин қурилган жараёнларни тенгламасига айланади. Бу жараёнда $n + \infty$, $-\infty$ оралиғидаги қийматларни ҳам мавжуд бўлиб, жуда кўп жараёндан иборат бўлади.



Политроп жараёнида газ ҳолати ўлчамларини боғланишини аниқлаш учун адиабата жараёнидаги каби аниқликланиди, фақат «K» ўрнига «n» қўйилади.

17-расм. Идеал газлардаги асосий термодинамик жараёнларни P, ϑ ва T, S координаталарда акс этиши

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} \right)^n; \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} \right)^{n-1}; \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{n-1}{k}}$$

Бажарилган иш ҳам худди шундай

$$l = \frac{R}{n-1}(T_1 - T_2); \quad l = \frac{1}{n-1}(P_1\vartheta_2 - P_2\vartheta_2)$$

$$l = \frac{P_2\vartheta_2}{n-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right] = \frac{P_2\vartheta_2}{n-1} \left[1 - \left(\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} \right)^{n-1} \right]$$

Политроп жараён газга берилган иссиқлик миқдори

$$q = \Delta u + \ell$$

Ички энергияни ўзгариши ва ишнинг қийматларини формулага қўйсак

$$q = C_v(T_2 - T_1) + \frac{R}{1-n}(T_1 - T_2)$$

Тенгламани иккала томони $(T_2 - T_1)$ га бўлиб, ўнг томонини соддалаштириб, қуйидагини ҳосил қиламиз

$$q = c_v \frac{n-k}{n-1}(T_2 - T_1) = C_n(T_2 - T_1)$$

Жараёнда иссиқликнинг газ ички энергиясининг ортишига бўладиган қисми

$$\alpha = \frac{\Delta u}{q} = \frac{C_V(T_2 + T_1)}{C_V \frac{n-k}{n-1}(T_2 + T_1)} = \frac{n-1}{n-k}$$

Изохорик жараён учун

$$\alpha = \frac{n-1}{n-k} = \frac{o-1}{o-k} = \frac{1}{k}$$

Газ энергиясининг ўзгариши

$$\Delta S = C_n \frac{n-k}{n-1} \ln \frac{T_2}{T_1}$$

Идеал газлар билан бажариладиган барча термодинамик жараён ҳақида қуйидаги хулосаларни чиқариш мумкин;

1. Газга жараёнда иссиқлик берилиши (ёки олиниши) нуқтаи назаридан:

- а) Политроп кўрсаткичи "n" нинг $n > k$ қийматларида бажариладиган барча жараёнлар газдан иссиқлик олинади, яъни газни совитиб туриш керак бўлади:
- б) Кўрсаткичнинг қиймати $n < k$ бўлади жараёнда газга иссиқлик бериш (газни иситиш) орқали бажарилади:
- в) Кўрсаткич "n" нинг адиабата кўрсаткичи "k" га тенг бўлган қийматларда бажариладиган жараёнларда газ ташқи муҳитдан ажратилган ҳолда бажарилади, яъни газга иссиқлик берилмайди ҳам, олинмайди ҳам.

2. Жараён ишчи жисм ички инергиясининг ўзгариши нуқтаний назардан:

- А) Политроп кўрсаткичи $n > 1$ бўлган жараёнларда газнинг ички инергияси камайиб боради:
- Б) Кўрсаткичнинг қиймати $n < 1$ бўлган ҳоллардаги жараёнларда газнинг ички энергияси ортади, яъни жараён давомида газ кириб боради.
- В) $n = 1$ бўлган (изотермик) жараёнларда эса, газнинг ички энергияси ўзгармайди $\Delta q = 0$

3. Баъзи умумий хулосалар:

- А) Жараён бошланишида газга берилган иссиқлик, адиабата жараёни ($n = k$) да, ташқи муҳитга берилиб исроф бўлганлиги учун бундай жараёнда энг юқори иш унуми олиш мумкин:
- Б) Иссиқлик двигителларда политроп кенгайиши жараёнларини адиабата жараёнга яқинлаштириш учун интилиш керак:
- В) Поршинли иссиқлик двигителларининг мавжуд конструкцияларини цикларида политроп кўрсаткичининг қийматлари $1 < n < k$ оралиғида бўлганлиги учун шу оралиқдаги политроп пратцесиялари двигатель билан шуғулланувчи мутахасислар учун алоҳида аҳамиятга эга.

Реал газларнинг термодинамик жараёни

Режа

1. Умумий тушунчалар
2. P φ диаграммада буғ ҳосил бўлиш жараёни.
3. Сув ва буғ ўлчамларини аниқлаш.
4. Су в буғининг асосий термодинамик жараёнлари.

Умумий тушунчалар

Реал газ сифатида сув буғини кўриб чиқамиз.

Сув буғи консервация технологиясида банкаларни стерилизация қилишда ва техниканинг бошқа соҳаларида кенг қўлланилади. Шунинг учун сув буғларининг термодинамик жараёнларини тадқиқод қилиш катта аҳамиятга эгадир.

Буғлар тўйинган ва қизитилган турларга бўлинади.

Тўйинган буғлар қуруқ тўйинган (қуруқ) ва нам тўйинган (нам) турларига бўлинади.

Буғ хусусиятларини тушинтириш учун суюқликни буғга айланиш жараёнини кўриб чиқамиз. Бу жараёнини буғ ҳосил бўлиши жараёни деб айтилади. Малумки, суюқлик буғга парланиш ва қайнаш орқали айланиши мумкин. Парланиш деб ҳар хил ҳарорати суюқлик юзасидан буғ ҳосил бўлишига айтилади. Буғланиш суюқликнинг табиатига ва унинг ҳароратига боғлиқдир. Агар суюқликни атрофида чекланмаган бўшлиқ бўлса буғланиш тўлиқ бўлиши мумкин.

Суюқликга иссиқлик берилса унинг ҳарорати ортади ва буғланиш интенсивлиги ортади. Маълум бир ҳароратда унинг ҳамма массаси бўйлаб буғланиш бошланади. Бунда идиш деворларида ва суюқлик ичида буғнинг пуфакчалари ҳосил бўлади. Бу ҳолат суюқликни қайнаши дейилади.

Буғ ҳосил бўлишга тескари бўлган жараёни конденсация деб айтилади (сувга айланиш). Буғнинг конденсация натижасида суюқликни айлангани конденсат дейилади.

Агар конденсацияланиш тезлиги буғланиш тезлигига тенг бўлиб қолса системада динамик мувозанат рўй беради.

Бунда буғ максимал зичликга эга бўлади ва тўйинган дейилади.

Тўйинган буғ маъноси остида суюқлик билан мувозанат ҳолатда тўрган буғга айтилади. Бу ҳолатдаги қайнаш ҳароратини тўйинганлик ҳарорати дейилади ва $t_n(T_n)$, билан белгиланади. t_n га мувофиқ бўлган босим тўйинганлиги босими дейилади ва P_n ёки содда P билан белгиланади.

Буғ бир томчи суюқлик қолгунга қадар ҳосил бўлиши мумкин. Бу моментга қуруқ тўйинган буғ ҳолати тўғри келади. Суюқлик тўлиқ буғланиб кетмасдан ҳосил бўлган буғ нам тўйинган буғ дейилади. Бу қуруқ буғ билан суюқлик томчиларининг аралашмаси ҳисобланади.

Қуруқ буғнинг нам буғдаги оғирлик улуши қуруқлик даражаси дейилади ва "x" билан белгиланади.

Суюқликни нам буғдаги оғирлик улиши намлик даражаси дейилади ва «у» билан белгиланади.

Демак, $y=1-x$. Қуруқлик даражаси ва намлик даражаси бирнинг улушларида, ёки % да ифодаланади. Агар $x=0.95$ бўлса, $y=1-x=0.05$ бўлади. Бу аралашмада 95% қуруқ буғ ва 5% қайновчи суюқлик борлигини билдиради.

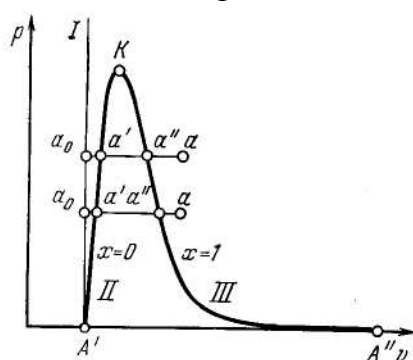
Агар буғнинг ҳарорати шу босимдаги тўйинган буғнинг ҳароратидан катта бўлса бундай буғни қиздирилган дейилади. Қиздирилган буғ ҳарорати билан шу босимдаги тўйинган буғ ҳарорати орасидаги фарқ қиздирилганлик даражаси дейилади.

Қиздирилган буғнинг зичлиги тўйинган буғнинг зичлигидан кичикдир. Шунинг учун қиздирилган буғ тўйинмаган бўлади. қиздирилган буғ ўзининг физик хусусияти билан газга яқинлашади.

Буғ қозонларида буғ сувдан доимий босим остида ҳосил бўлади, шунинг учун буғ ҳосил бўлиш термодинамик жараёни $P=\text{const}$ бўлган ҳолда кўриб чиқилади.

P-᠑ диаграммада буғ ҳосил бўлиш жараёни.

Мисол учун цилиндрда бир қилограмм сув бўлсин, уни ҳарорати 0°C бўлсин. Унинг юзасига поршен ёрдамида “Р” босим тасир қилсин. 0°C даги сувни солиштира ҳажмини ϑ_0' билан белгилайлик ($\vartheta_0 = 0001 \text{ м}^3/\text{кг}$). Сувни амалда сиқилмайдиган суюқлик деб олсак унинг зичлиги 0°C да энг катта бўлади. Цилиндрни қиздирилганда ва сувга иссиқлик берилганда унинг ҳарорати ортиб боради, ҳажми кенгаяди ва $t=t_n$ етганда $P=P_1$ бўлганда сув қайнайди ва буғ ҳосил бўлиш бошланади. Суюқликни ва буғни ҳамма ўзгариш ҳолатини P᠑ диаграммада белгилаймиз (18-чизмага қаранг).



18-рasm. Сув буғини P,᠑ диаграммада акс этиши

$P=\text{const}$ бўлганда буғ ҳосил бўлиш жараёни учта кетма-кет ҳосил бўладиган физик жараёнлардан ташқил топади.

- 1) Суюқликни тўйиниш ҳароратига t иситиш;
- 2) $t_n = \text{Const}$ бўлганда буғ ҳосил бўлиш;
- 3) буғни ҳароратини ошириш билан содир бўладиган, буғни қиздириш.

$P = P_1$ бўлганда P᠑ диаграммада жараён aa' , $a'a''$ ва $d'd$ қирқимларга тўғри келади.

a' ва a'' нукталари орасидаги интервалда ҳарорат доимий бўлиб ва t_n га тенг, буғ нам бўлади, a' нуктага яқин жойда қуруқлик даражаси кам бўлади ($x_{a'} = 0$). a'' нуктада $x = 1$ га тенг бўлади.

Агар буғ ҳосил бўлиш каттароқ босим остида ўтса (яъни $P_2 > P_1$), У ҳолда сув ҳажми ϑ_0^1 амалий жиҳатдан олдингисидек қолади. ϑ' ҳажм, қайновчи сувга

тўғри келувчи ҳажм бироз ортади ($\vartheta'_b > \vartheta'_a$), чунки $t_{H2} > t_{H1}$, ҳажм $\vartheta''_b < \vartheta''_a$) бўлади, чунки юқори босимда ва ҳароратда ҳосил бўлиш жараёни интенсив кечади. Демак, босим ортиши билан ҳажмлар фарқи $\vartheta' > \vartheta'_o$ ($v'v$ кесимлар) ортади, $\vartheta'' - \vartheta'$ ҳажм фарқи камаяди. ($v''v'$ кесимлар). Бунга ўхшаш жараёнлар яна катта босимларда ҳам бўлади.

Босим P ва ҳарорат t_n орасидаги боғлиқлик қуруқ буғ ва қайновчи сув ҳолатини аниқлайди.

a - v - c чизиғи сувнинг солиштирма ҳажмини 0°C да босимга боғлиқлигини ифодалайди. У ўқига паралелдир, чунки суюқлик сиқилмайди.

a' - v' - c' қайнаётган сувнинг солиштирма оғирлигини босимга боғлиқлигини ифодалайди. Бу чизик пастга чегарвий эгри чизик дейилади. $P\vartheta$ диаграммада бу чизик сув қисмини тўйинган буғ қисмдан ажратиб туради.

a'' - v'' - c'' чизиғи қуруқ буғнинг солиштирма оғирлигини босимга боғлиқлигини ифодалайди ва юқори чегароловчи эгри чизик дейилади. Бу чизик тўйинган буғ чегарасини қизиган буғ чегарасидан ажратиб туради. Чегароловчи чизикларнинг тўқнашган нуқтаси критик нуқта дейилади ва "К" ҳарфи билан белгиланади.

Бу нуқтада суюқлик ва буғ орасидаги фарқ бўлмайди. Бу нуқтада қайнаётган сув бир зумда буғга айланади, чунки буғ ҳосил бўлиш участкаси йўқ.

Жисмларнинг бу ҳолатдаги ўлчами критик ўлчамлар деб аталади. Мисол сув учун $P_k=22,1145 \text{ Мпа}$, $T_k=647,231\text{К}$ ва $\vartheta=0,003145 \text{ м}^3/\text{кг}$.

Критик ҳароратда тўйинган буғнинг максимал ҳароратси ҳисобланади. Бу ҳароратдан юқорида қизиган буғ ва газлар бўлади. Биринчи бўлиб критик ҳарорат тўғрисида 1860 йили Д. И. Менделеев тушунча берган. Унинг тушунчаси бўйича бу ҳароратдан юқорида қандай босим бўлса ҳам газли суюқликга айлантириш мумкин эмас.

Сув ва буғ ўлчамларини аниқлаш.

Қайнаган сув ва қуруқ тўйинган буғларнинг термодинамик ўлчамлари жадваллардан аниқланади.

Изобарик жараён учун суюқликка келтирилган иссиқлик ушбуға тенг.

$$q = h_2 - h_1$$

h_1 ва h_2 – биринчи ва иккинчи ҳолатнинг энталпияси.

Бу муносабатли $a' a''$ жараёнга қўлланиб ушбуни оламиз

$$q = r = h^n - h'$$

r - миқдор сув ҳосил қилиш ҳарорати дейилади ва бир кг сувни қуруқ тўйинган буғга айлантириш учун кетган иссиқлик миқдорини аниқлайди.

Энтропиянинг ўзгариши бу ҳосил бўлиш жараёнида қуйидагига тенг.

$$S'' - S' = \frac{r}{T_s}$$

Нам тўйинган буғ солиштирма ҳажми ушбу ифодадан

$$\vartheta_x = x\vartheta'' + (1-x)\vartheta' = \vartheta'' + x(\vartheta' - \vartheta'')$$

Энтропияси

$$S_x = S' + xz/T_s;$$

Энталпияси

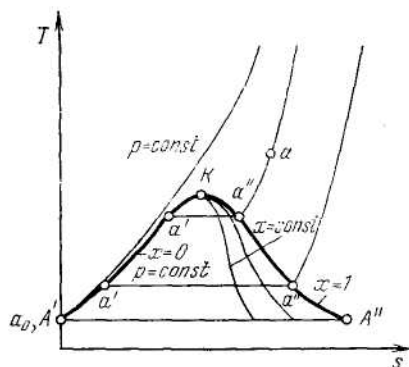
$$h_x = h' - x_z \quad \text{топилади.}$$

Жадвалдан туппа тўғри нам буғ ўлчамларини олиш мумкин эмас.
Уларни юқорида келтирилган формулалар билан аниқланади.

Сув буғининг T-S диаграммаси.

Жадвалдан ташқари сув буғини ҳар хил процесларини тадқиқот қилиш учун T,S диаграммаси ишлатилади. У сув буғини жадвалдан олинган рақамлари билан T,S координатасини қўйиб қўрилади.

Сувнинг ҳолати уч томонлама нуқтада ($S_0=0, T_0=273,16\text{K}$) диаграммада A' нуқта билан белгиланади. Диаграммада ҳар хил ҳарорат учун S' ва S'' микдорларини қўйиб, пастки ва юқориги чегаравий эгри чизикларни оламиз.



T,S диаграммасидаги эгри чизик остидаги майдон ишчи жисмга келтирилган ёки чиқарилган иссиқликни билдиради.

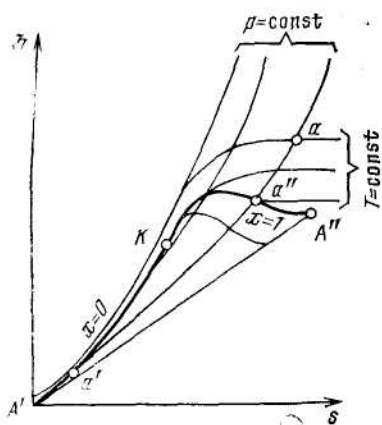
Ушбу диаграмма бўйича циклни ФИК аниқлаш мумкин.

19-расм. Сув буғини T,S диаграммада акс этиши

Сув буғининг h,S диаграммаси

Агар ишчи жисмнинг ҳолатини аниқлаш учун боғлиқ бўлмаган энтропия "S" ва энталпия "h" қабул қилинган бўлса, у ҳолда ҳар бир ҳолатни h, S диаграммада нуқта билан ифодалаш мумкин. Бу диаграмма ҳам сув буғининг сонли маълумотларини жадвалдан олиб қўрилади.

Координата боши қилиб уч томонлама нуқта ($S_0 = 0, h = 0$) A' олинади.



20-расм. Сув буғини h, S диаграммада акс этиши

Бу диаграммадан p, ϑ, t, h, s, x ни аниқлаш мумкин. Бу ерда ҳарорат миқдори ($p=\text{const}$ бўлганда) кесимларда ифодаланади, майдон билан эмас.

Шунинг учун h, S диаграмма ҳисоблашларда кенг қўлланилади.

Сув буғининг асосий термодинамик жараёнлари

Буғ куч қурилмаларини ишини таҳлил қилиш учун изохорик, изотермик, изобарик ва одиобатик жараёнларнинг аҳамияти каттадир.

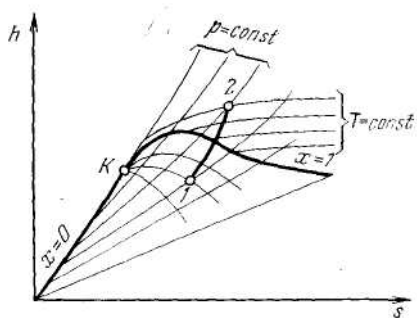
Бу жараёнларни ҳисоблаш жадваллардан, ёки h, s диаграммадан фойдаланиб бажарилиши мумкин. Биринчи усул аниқроқ, иккинчи усул содда ва кўзга кўринадигандир.

h, s диаграмма бўйича умумий ҳисоблаш усули қуйидагича.

Аниқ ўлчамлар бўйича ишчи таянчнинг бошланғич ҳолатлари қўйилади, сўнгра жараёнларнинг чизиқси ўтказилади ва унинг охириги ҳолатдаги ўлчамлари аниқланади. Бундан кейин ички энергияни ўзгариши, иссиқлик миқдори ва иш аниқланади.

Изохорик жараён

Диаграммадан кўриниб турибдики, (26-расм) бир хил ҳажмда қизиқиш билан буғни куруқ тўйинган ва қиздирилган буғга айлантириш мумкин, (1-2) чизиқ. Совутиш билан конденсациялаш мумкин, аммо охиригача эмас, чунки паст ҳароратда ҳам суюқлик тепасида ҳар доим тўйинган сув буғи бўлади.



21-Расм. Сув буғида изохорик жараён

Бу изохарани пастки чегаравий эгри чизиқни кесмаслигини билдиради. Ички энергияни ўзгариши

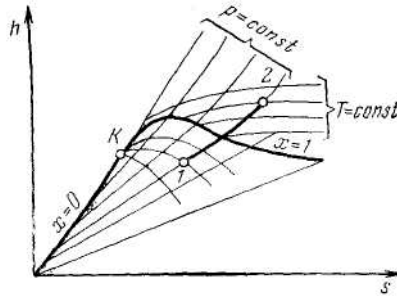
$$\Delta U = U_2 - U_1 = (h_2 - P_2 \vartheta_2) - (h_1 - P_1 \vartheta_1)$$

Ташқи иш $i=0$, шунинг учун келтирилган иссиқлик ички энергияни орттиришга сарф бўлади.

$$q = u_2 - u_1,$$

Изобарик жараён

Нам тўйинган буғга иссиқлик берилса, унинг куруқлик даражаси ортади ва доимий ҳароратда куруқ буғга ўтади, яна ҳароратини кўтарилса қизиган буғ ҳолатига ўтади. Ҳарорат пасайтирилса нам буғ $T_S = \text{const}$ конденсациялашади.



22-расм. Сув буғида изобарик жараён

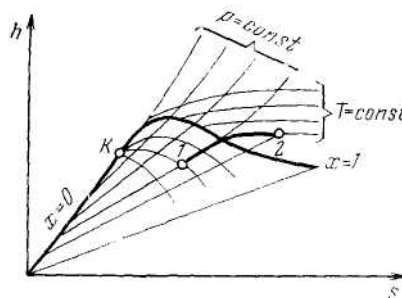
Жараёнда катнашган иссиқлик энтальпияни фарқига тенг

$$q = h_2 - h_1$$

Жараённинг иши ушбу формула билан аниқланади.

$$l = p (\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

Изотермик жараён



23-расм. Сув буғида изотермик жараён

Сув буғининг ички энергияси $T = \text{const}$ бўлганда доимий бўлмайди, чунки унинг потенциал ташқил қилувчиси ўзгаради.

У шу формула билан

$$\Delta u = u_2 - u_1 = (h_2 - p_2 \vartheta_2) - (h_1 - p_1 \vartheta_1)$$

аниқланади.

Иссиқлик миқдори

$$q = T (S_2 - S_1)$$

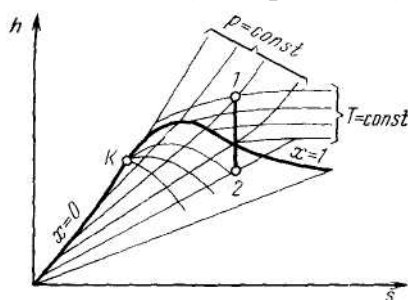
Ташқи иш

$$l = q - \Delta u \quad \text{га тенг.}$$

Адиабатик жараён. Адиабатик кенгайишда буғ босими ва ҳарорати камаяди; ва қизиган буғ аввало қуруқ ва кейин нам бўлади.

Бу жараёндаги иш

$$l = -\Delta u = u_1 - u_2 = (h_1 - p_1 g_1) - (h_2 - p_2 g_2).$$



24-расм. Сув буғида адиабатик жараён

Иссиқлик куч қурилмаларининг цикллари

Режа

1. Ички ёнув поршенли двигателларнинг цикллари.
2. Газ турбинали қурилма цикллари

Иссиқлик куч қурилмалари иссиқликдан фойдали иш ишлаб чиқиш учун мўлжалланган. Иссиқлик манбаси бўлиб, маълум ёниш Q иссиқлиги билан ҳарактерланувчи ёқилиги ҳисобланади. Максимал фойдали ишни $L_{\text{макс}}$, ихтиёрий кимёвий реакцияни амалга ошириб олиш мумкин (шу жумладан ёқилғини ёниш реакциясини). Бунда максимал иш Гиббс-Гельмгольца ифодаси билан аниқланади

$$L_{\text{макс}} = Q + T dl_{\text{макс}} / dT$$

Бу иш $dl_{\text{макс}} / dT$ ифодасига қараб Q ёниш иссиқлигидан кичик ёки катта бўлиши мумкин. Ҳисоблар шуни кўрсатадики $L_{\text{макс}} \approx Q$ га тенг, яъни органик ёқилғининг энергияси (ёқилғини ишлаш қобилияти) тахминан унинг ёниш иссиқлигига тенг. Бу назарий жиҳатдан ҳамма реакция иссиқлик самарасини тўлиқ ишга айлантириш мумкинлигини кўрсатади.

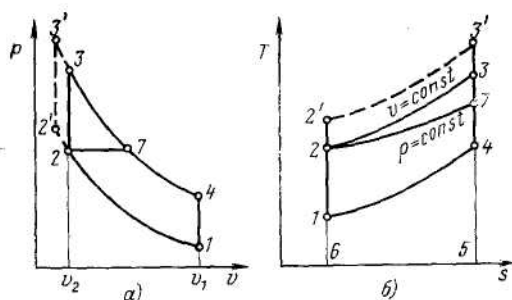
Иссиқлик куч қурилмаларида ёнилғининг энергияси аввало уни ёқиш орқали иссиқлик энергиясига айлантирилади, олинган иссиқликни механик

энергия ишлаб чиқиш учун фойдаланилади. Ёниш қайтмас жараён бўлиб, у ёқилғини ишлаш қобилиятини йўқолиши билан боғлиқдир. Замонавий буғ қозонларида, ёниш ҳарорати назарий жиҳатдан 2000°C ва ундан ортиқни ташкил қилса, ёнишда ёқилғини ишлаш қобилиятини йўқолиши $20 \div 30 \%$ ташкил қилади.

Ички ёнар поршенли двигателларнинг цикллари

Ёнишда ёқилғини ишлаш қобилиятини йўқолишига йўл қўймаслик учун ишчи тана сифатида ёнишда ҳосил бўлган газлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Буни амалга ошириш ички ёнув двигателларида эришилган, яъни ёқилғини ёпиши тўғридан-тўғри унинг цилиндрларида бажарилади.

Ички ёнув двигателларнинг цикллари ишчи танани цилиндрда адиабатик сиқиш 1-2 изохорик 2-3 ёки изобарик 2-7 иссиқлик келтириш, адиабатик кенгайиш 3-4 ёки 7-4 ва изохорик иссиқлик чиқаришдан иборат 4-1 (25-Расм).



а) P, v – координаталарда

б) T, S – координаталарда

25-расм. Ички ёнув двигатели цикллари

ИЁД цикллари

Реал двигателларда иссиқликни киритиш ёқилғини ёндириш билан амалга оширилади. Агар ёқилғи-ҳаво аралашмаси олдиндан тайёрланган ва цилиндрда жуда тез ёнса, иссиқлик киритиш изохорикга яқин бўлади. Агар цилиндрда фақат ҳаво сиқилса ва кейин ёқилғи пуркалса, у ҳолда ёқилғи беришни шундай созлаш мумкинки, босим ёниш жараёнида тахминан бир хил қолсин. Буни шартли равишда изобарик иссиқлик бериш дейиш мумкин.

Двигатель цилиндрини жуда узун, поршенни юришини жуда катта қилмаслик учун ИЁДда ёнган маҳсулотни кенгайишини атмосфера босими P_1 гача эмас, юқорироқ босимгача P_4 амалга оширилади, сўнгра чиқарувчи клапин очилади ва иссиқ ёнган маҳсулот T_4 ҳароратда атмосферага чиқариб юборилади. Бунда ортиқча босим $P_4 - P_1$ фойдасиз йўқотилади. Идеал цикллarda бу жараён изобарик иссиқлик чиқариш 4-1 билан алмаштирилади.

Цилиндрни тўлиқ ҳажмини ёниш камерасининг ҳажмига нисбати двигателнинг сиқиш даражаси дейилади

$$\epsilon = V_1 / V_2$$

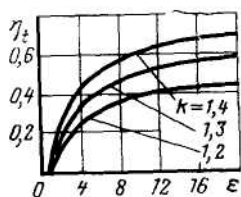
Сиқиш даражаси асосий ўлчам бўлиб, циклни термик ФИК миқдорини аниқлайди.

Сиқиш даражаси ҳар хил бўлган циклларни кўриб чиқамиз. Узлукли чизик билан ε катта, ўзлуксиз билан ε кичик бўлган цикл чизмада келтирилган. Чизмадан кўриниб турибдики “ ε ” катта бўлганда иссиқлик q_1 (2' 3' 5 6) катта, чиқарилган иссиқлик эса иккала циклда ҳам бир хил (4561). Демак, термик ФИК $\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}$ “ ε ” катта бўлганда катта бўлади.

Ички ёнув двигателларида термик ДИК сиқиш даражаси “ ε ” ортиши билан ортиб боради. Бу боғланишни қуйидаги ифодадан аниқлаш мумкин.

$$\eta_t = \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$$

бу ерда κ -адиабата кўрсаткичи.



Чизмада термик ФИК, $\vartheta = \text{const}$ бўлганда сиқиш даражасига боғлиқ ҳолда ҳар хил адиабата кўрсаткичларда ўзгариши келтирилган

26-расм. Турли адиабатик кўрсаткичларда η_t ни $\vartheta = \text{const}$ да чизиш даражасига боғлиқ ўзгариши.

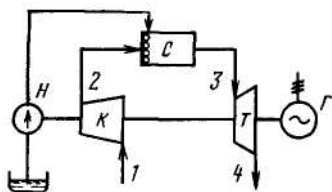
ИЁДда ФИКни «сиқиш» даражаси ортиш билан ортиши циклдаги максимал ҳароратнинг ортиш билан изоҳланади, яъни энергия сарфи камаяди.

Карбюраторли двигателларда сиқиш даражасини ошириш аралашмани ўз-ўзидан ёниб кетиш билан чекланган ва 9-10 дан ошмайди.

Дизел двигателларида ҳаво сиқилади, $\varepsilon = 18$ гача бўлади ва ФИК ни ошириш мумкин.

Газ турбинали қурилма циклари

Газ турбинали қурилмани принципаал схемаси чизмада (27-расм) келтирилган. Ҳаво компрессори К атмосфера ҳавосини сиқади, босимни P_1 дан P_2 гача оширади, ва уни тўхтовсиз ёниш камерасига



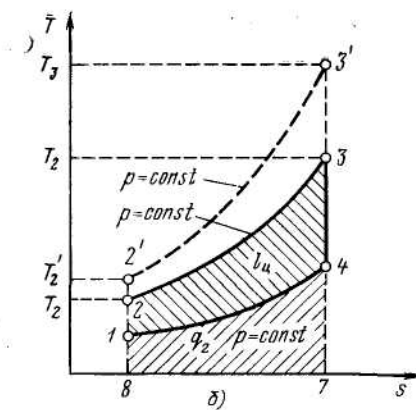
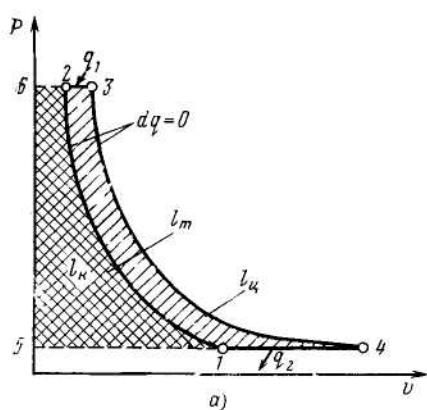
“С” беради. Камерага бундан ташқари насос ёрдамида керакли бўлган микдорда суюқ ёқилғи ҳам берилди.

27-расм. Газтурбинали қурулма схемаси

Ёнишда ҳосил бўлган махсулот камерадан T_3 ҳарорат ва компрессордан чиққан босимга яқин босим остида чиқади ($P_3=P_2$). Демак, ёниш доимий босим остида бўлади.

Газ турбиналарида ёнган махсулотлар адиабатик кенгаяди, бунинг натижасида уларнинг ҳарорати T_4 гача пасаяди, босим эса атмосфера босимигача P_1 тушади. Ҳамма босимни фарқи P_3-P_1 турбинада техник ишни $l_{\text{тех}}$ олиш учун сарф бўлади. Бу ишнинг кўпроқ қисми l_k компрессорни узатмасига сарф бўлади.

$l_{\text{тех}}-l_k$ — фарқи электрогенераторда электр энергиясини ишлаб чиқиш учун сарф бўлади ёки бошқа мақсадларга сарф бўлади. Бу фарқ циклниң фойдали ишини ташкил қилади.



а) P, v - координатада

б) T, s - координатада

28-расм. Газ турбинали қурилма цикли

Ёқилғини ёнишини изобарик иссиқлик киритиш билан (2-3 чизик), совуқ ёғни махсулотларни атмосферага ташлангани-изобарик иссиқлик чиқиш билан алмаштириб (4-л чизик) газотурбина қурилмаси циклини оламиз.

Pv диаграммада фойдали иш ва 1234 майдон билан ифодаланади.

Иссиқлик ва масса алмашиниш асослари

Режа

1. Иссиқлик бериш усуллари.
2. Иссиқлик ўтказишнинг миқдорий тавсифномалари.
3. Иссиқлик ўтказувчанлик.
4. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти.
5. Стационар режимда иссиқлик ўтказувчанлик.

Термодинамиканиң иккинчи қонунига биноан бўшлиқда иссиқликнинг ўз-ўзидан ўтиш жараёни ҳароратнинг фарқи таъсири остида ўтади ва ҳарорати паст томонга йўналган бўлади. Иссиқлик ўтиш қонуниятлари ва бу жараённинг миқдорий тавсифномалари иссиқлик алмашиниш назариясиниң тадқиқот қилиш предмети ҳисобланади.

Иссиқлик ҳамма моддаларда, токи вакуум орқали ҳам тарқалиши мумкин.

Иссиқлик уч хил усул билан берилиши мумкин:

1) иссиқликни молекулалар, атомлар, электронлар ва бошқа кичик заррачалар ҳисобига бериш;

2) модданинг макроскопик ҳажми билан биргаликда, яъни конвектив иссиқлик бериш (масалан трубалар орқали иссиқ сувни узатиш).

3) Нурланиш орқали бериш.

Биринчи усулда берилганда ҳарорат юқори бўлган сохадан паст сохага маълум тезликда ўтади.

Иккинчи усулда иссиқлик иссиқ суюқликлар орқали юзага ёки аксинча берилади.

Учинчи усулда иссиқлик ҳамма тиниқ нур муҳитларида берилади, шу жумладан вакуумда ҳам. Иссиқлик бериш учун ишлатиладиган ҳаракатлантирувчи муҳит (масалан сув иккинчи усулда) иссиқликни элтувчи дейилади.

Кўп пайтларда иссиқликни бир вақтни ўзида ҳар хил усуллари билан бериш амалга оширилади. Буни мураккаб иссиқлик алмашилиши дейилади.

Иссиқлик ўтказишни миқдорий тавсифномалари.

Иссиқлик ўтиш интенсивлиги иссиқлик оқимининг зичлиги билан яъни вақт бирлигида майдон юзаси бирлиги орқали узатиладиган иссиқлик миқдори орқали характерланади. Бу миқдор W/m^2 ўлчанади ва одатда q билан белгиланади.

Вақт бирлигида ихтиёрий юза F орқали бериладиган иссиқлик миқдорини иссиқлик алмашилиши назариясида иссиқлик оқимининг қуввати ёки оддий қилиб иссиқлик оқими деб аталади ва q билан белгиланади.

Ўлчов бирилиги $ж/с$, яъни $W/с$ да ўлчанади.

Ихтирий τ вақт оралиғида ихтиёрий юза орқали берилган иссиқлик миқдори ушбу ифода орқали аниқланади

$$q = Q/F = Q_{\tau} / F_{\tau}$$

Масса ўтиши (алмашилиши) ҳақида тушунча.

Модданинг массасини муҳитдаги бирор нуктадан бошқа нуктага ўтиши қурилатган нукталарда берилган моддаларнинг куюклиги (концентрацияси) ҳар хил бўлса амалга ошади.

Масалан, газ аралашмаси компонентлари ҳажм бўйича тенг тарқалган бўлса, уларнинг концентрацияси кўп бўлган жойдан концентрацияси кам бўлган жойга ўтади, ва секин-аста ҳамма ҳажм бўйича тенглашади.

Масса ўтиши: 1) диффузион (фақат атом ва молекулалар орқали масса ўтса); 2) конвектив бўлади.

Диффузион ўтиш газларда, конвектив ўтиш суюқликларда содир бўлади.

Куритиш ва кимёвий реакцияларда конвектив масса алмашилишларни яъни, жисм юзасидан суюқ ёки газли муҳитга массани ўтишини ҳисоблашга тўғри келади. Бундай жараён конвектив (ўтиш, кўчиш) масса бериш дейилади.

Иссиқлик ўтказувчанлик.

Иссиқлик ўтказувчанликни асосий қонуни.

Иссиқликни ўтиши иссиқлик ўтказувчанлик билан тана ҳажмидаги ҳароратни тарқалиши билан боғлиқдир.

Берилган вақт мобайнида тананинг ҳамма нуқталаридаги ҳароратнинг миқдорларини ҳаммаси ҳарорат майдони деб аталади.

Ҳарорат майдони қуйидаги математик ифода билан ифодаланади.

$$t = f(x; y; z; \tau)$$

Ҳарорат битта ёки иккита фазовий координаталар бўйича жуда тез-тез ўзгариб туради. Шунга биноан ҳарорат майдони бир ёки икки ўлчовли бўлади.

Агар вақт ўтиш билан тананинг ҳамма нуқталарида ҳарорат ўзгармаса, стационар ҳарорат майдони дейилади, ўзгарса стационар бўлмаган ҳарорат майдони дейилади.

Ҳамма нуқталарида бир хил ҳарорат бўлган юзани изотермик юза дейилади.

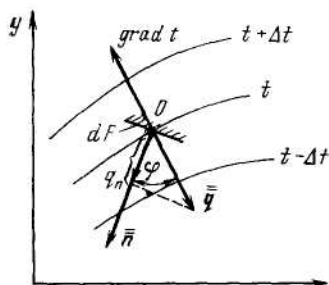
Изотермик юзага тик бўлиб, ҳароратни ортиб бориши томонига йўналган, сон жиҳатидан шу йўналишдаги ҳароратнинг ҳосиласига тенг бўлган вектор ҳарорат градиенти ҳисобланади. Фурье қонунига асосан иссиқлик оқими зичлигининг вектори ҳарорат градиентига пропорционалдир.

$$q = - \lambda \operatorname{grad} t$$

бу ерда λ -модданинг иссиқлик ўтказиш коэффициентини; Вт/м.к

Формуладаги “-” белги q векторнинг ҳарорат градиентига тескари йўналганлигини кўрсатади.

Иссиқлик оқимининг зичлиги ҳар бир бошқа йўналиш « n » учун шу йўналишдаги вектор q нинг проекциясига тенг



29-расм. Икки ўлчовли ҳаракат майдонида $\operatorname{grad} t$ ва q векторларининг тахминий жойлашуви

$$q_n = q \cos \varphi = - \lambda \operatorname{grad} t \cos \varphi$$

Ихтиёрий F юзадаги тўлиқ иссиқлик оқими Q ни ушбу ифодадан топилади.

$$Q = - \int_F \lambda \left(\frac{\partial t}{\partial n} \right) dF$$

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини.

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини берилган модданинг иссиқлик ўтказиш имкониятини ҳарактерлайди.

У ушбу ифода орқали топилиши мумкин;

$$\lambda_t = \lambda_0 \cdot \alpha (1 + \beta t)$$

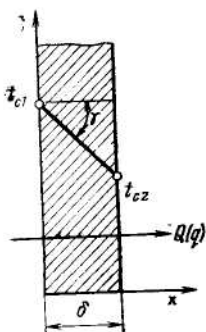
бу ерда β -ҳарорат коэффициентини (материалнинг λ сини унинг ҳарорати 1° ортгандагисини англатади).

Энг катта иссиқлик ўтказувчанликни енгил газ-водород эгаллайди, $\lambda=0,2$ Вт / (м.к)

Металларда иссиқлик ўтказувчанлик электронларни иссиқлик ҳаракати туфайли таъминланади, газларда молекулаларнинг тартибсиз ҳаракати туфайли. Металларни иссиқлик ўтказувчанлиги газларга караганда юқоридир. Мис кукуни учун $\lambda=400$ Вт / (м.к), углеродли пулат учун $\lambda=50$ Вт / (м.к). Суюқликларда иссиқ ўтказувчанлик кам, сувда $\lambda \approx 0,6$ Вт / (м.к).

Стационар режимда иссиқлик ўтказувчанлик

Бир хил жинсли ясси деворнинг иссиқлик ўтказишини кўриб чиқамиз. (30-Расм).



Бу ҳол учун λ нинг қиймати ушбу ҳароратда $t = 0,5 (t_{c1} - t_{c2})$ справочниклардан олинади.

Иссиқлик оқимининг зичлиги

$$q = (t_{c1} - t_{c2}) \cdot \lambda / \delta,$$

ёки

$$Q = (t_{c1} - t_{c2}) \cdot \lambda, F / \delta$$

30-расм. Ясси девор бўйлаб температуранинг стационар тақсимланиши

$\lambda \cdot F / \delta$ – муносабатни деворнинг иссиқлик ўтказувчанлиги, тескари қиймати $\delta / \lambda F$ деворнинг термик қаршилиги деб аталади ва R_λ -билан белгиланади.

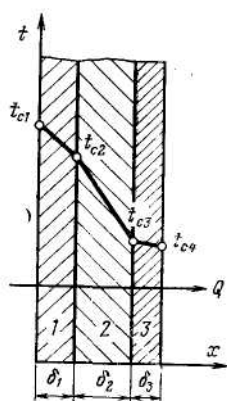
У ҳолда охириги ифодани ушбу курунишда ёзиш мумкин:

$$Q = (t_{c1} - t_{c2}) \cdot R_{\lambda}$$

Кўп қатламли девор учун деворнинг термик қаршилиги ҳар бир деворнинг термик қаршиликларни йигиндисига тенг, яъни

$$R_{\lambda} = \sum_{i=1}^n R_{\lambda i} = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{F \cdot \lambda_i}$$

$$Q = \frac{t_c - t_c(n+1)}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{F \lambda_i}}$$



Ҳар бир қатламдаги ҳарорат ушбу ифода билан топилади

$$t_{c(k+1)} = t_{c1} - Q \sum_{i=1}^k R_{\lambda i}$$

31-расм. Кўп қатламли деворда температуранинг тақсимланиши

Конвектив иссиқлик алмашиниш (иссиқлик бериш)

Режа

1. Иссиқлик бериш жараёни.
2. Иссиқлик бериш коэффиценти.

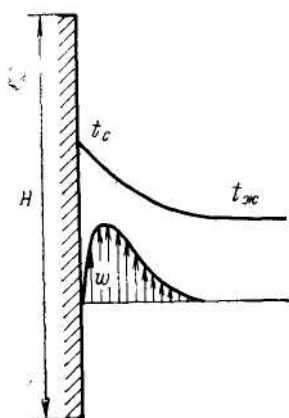
Одатда суюқ ва газсимон иссиқлик элтувчилар қаттиқ таналарга текқанда қизийди ёки совуйди. Масалан, печка трубаларидан чиқаётган газ тутунлари ўзини иссиқлигини қизитилаётган загатовкага, буғ қозонларида ичида исийётган ва қайнаётган сувли трубаларга берилади, хонадаги ҳаво иситувчи жиҳозлар билан қизийди.

Қаттиқ жисм юзаси билан суюқлик орасидаги иссиқлик алмашиниш жараёни иссиқлик бериш деб аталади.

Иссиқлик ўтказган тана юзасини-иссиқлик алмашиниш юзаси ёки иссиқлик берувчи юза деб аталади.

Ньютон-Рихман қонунига биноан иссиқлик бериш жараёнидаги иссиқлик оқими иссиқлик алмашиниш юзаси «F» майдонига ва юза ҳарорати t_c билан суюқлик ҳарорати « $t_{ж}$ » фарқига пропорционал боғлангандир, яъни

$$Q = \alpha F \cdot |t_c - t_{жс}|$$



32-расм. Табиий конвекцияда иссиқлик тарқатувчи сирт юзасига перпендикуляр ҳолатда иссиқлик элтувчи тезлиги ва температурасининг тақсимооти

Иссиқлик бериш жараёни, иссиқлик оқимининг йўналишига боғлиқ бўлмаган ҳолда (девордаги суюқлик ёки тескари) унинг миқдори мусбат деб қабул қилинади.

Шунинг учун $t_c - t_{жс}$ фарқини абсолют миқдор бўйича олинади, яъни каттасидан кичигини айрилади

Пропорционаллик коэффиценти α иссиқлик бериш коэффиценти деб аталади. Унинг ўлчов бирлиги Вт / (м²·к) α -иссиқлик бериш жараёнининг интенсивлигини ҳарактерлайди. Унинг миқдори ушбу ифода билан аниқланади

$$\alpha = \frac{Q}{F(t_c - t_{жс})} = \frac{q}{|t_c - t_{жс}|}$$

Иссиқлик узатиш коэффиценти α иссиқлик алмашилиш юзасининг ҳар хил нуқталарида ҳар хил бўлиши мумкин. Бундай ҳолларда локал (махаллий) иссиқлик бериш коэффиценти тушунчаси киритилади. Ҳисоблашларни соддалаштириш мақсадида юзалар бўйича ўртача иссиқлик бериш коэффицентидан фойдаланилади.

Юқоридаги формула бўйича иссиқлик бериш коэффиценти экспериментал шароитларда ҳисобланади, яъни ҳамма қолган миқдорлар аниқ бўлганда. Ҳисоблашда α нинг қийматини аниқлаш қийиндир, чунки у бир катор омилларга: суюқликнинг физик хусусиятига (зичлигига, ковшоклигига, иссиқлик сизими, иссиқлик ўтказувчанлигига), юзанинг шаклига ва улчамига муҳит ҳаракати пайдо бўлишининг табиати, ҳаракат тезлигига боғлиқдир.

Иссиқлик бериш коэффицентининг миқдорига иссиқлик алмашилиш юзаси олдидаги суюқликнинг оқим шароити ҳал қилувчи таъсир қилади. Ҳаракатни пайдо бўлиши ҳарактери жиҳатидан икки хил ҳаракатини фарқ қилинади: эркин ва мажбурий.

Эркин ҳаракат оғирлик куч таъсири остида бўлган қизиган ва совуқ суюқлик заррачаларининг зичлигини фарқи натижасида рўй беради. Буни табиий конвекция ҳам деб юритлади ва суюқлик турига, ҳарорат фарқи, ҳамда жараён кечаётган жой ҳажмига боғлиқдир.

Мажбурий ҳаракат насос, вентилятор, шамол таъсири остида рўй беради. Умумий ҳолларда мажбурий ҳаракат билан бир вақтни ўзида эркин ҳаракат ҳам пайдо бўлиши мумкин.

Эркин ҳаракатни нисбий таъсири ҳароратлар фарқи қанча катта бўлса ва мажбурий ҳаракатни тезлиги қанчалик кичик бўлса шунча катта бўлади.

Суюқликларни ҳаракати ламинар ва турбулент ҳарактерга эга бўлиши мумкин. Ламинар режимда суюқлик заррачалари қатламлар бўйича аралашмасдан ҳаракатланади.

Турбулент режим суюқликнинг ҳамма қатламларини тўхтовсиз аралашishi билан характерланади. Ламинар режимдан турбулент режимга ўтиш Рейнольдс сони деб аталувчи улчамсиз критик улчам билан аниқланади.

$$R_{e_{кр}} = \frac{\omega l}{\nu}$$

Бу ерда ω - суюқликни ҳаракатланиш тезлиги:

ν - суюқликни кинематик қовушқоқлиги:

l - каналнинг ҳарактерли ўлчами:

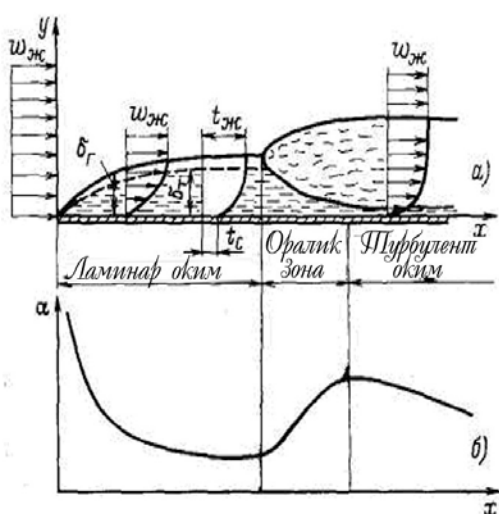
$R_e \leq 2300$ бўлса суюқликни трубадаги ҳарактери ламинар, $R_e \geq 10000$ бўлса турбулент бўлади. Ихтиёрий диаметрли трубада ихтиёрий суюқликни ламинар режимдан турбулент режимга ўтишини аниқловчи критик тезлик ушбу муносабатдан топиши мумкин:

$$\omega_{кр} = \frac{2300\nu}{\rho \cdot d};$$

бу ерда ρ - суюқликни зичлиги; d - труба диаметри.

Ҳар бир режимдаги суюқликни заррачаларини ҳаракатида қаттиқ юзага тўғридан - тўғри тегиб тўрган жойда улар ёпишиб туради. Натижада суйри юзага яқин жойда қовушқоқлик кучи таъсири остида суюқликнинг юпка тормозланган қатлами ҳосил бўлади.

Суюқликнинг тормозланган бу қатлами гидродинамик чегаравий қатлам деган ном олган.



Иккинчи чизмада ясси юзани доимий тезликдаги ω_0 суюқлик оқими узунасига ёнидан оқиб ўтганда гидродинамик чегаравий қатлам кўрсатилган.

33-расм. Чегара қатламни ҳосил бўлиши (а) ва маҳаллий иссиқлик узатиш коэффицентини тақсимланиши (б)

Бу қатлам қалинлиги " δ " оқимнинг бўйича катталашиб боради, чунки қовушқоқликни таъсири ҳаракати бориши билан бўзилмаган оқимга кўпроқ тарқала боради, х-нинг кичик миқдорларида чегаравий қатламларда ламинар оқим рўй беради. Секин- аста бу турбулент оқимига ўтади. Аммо турбулент оқим бўлганда ҳам чегаравий қатламда девор яқинида жуда юпка суюқлик қатлами ламинар оқимга эга бўлади. Бу қатламни ёпишқоқ қатлам ёки ламинар қатлам ости дейилади.

Гидродинамик қатлам тушунчасига ўхшаш иссиқлик чегаравий қатлами тушунчаси ҳам мавжуд. Бу тушунчага биноан қаттиқ юзага яқин жойда, суюқликни ҳарорат девор ҳароратидан t_c танасидан нарироқдаги суюқлик ҳароратига t_j ўзгаради. Умумий ҳолларда гидродинамик ва иссиқлик " δ " чегаравий қатламларнинг қалинлигига пропорционалдир.

Нурланиб иссиқлик алмашиниш

Режа

1. Нурланиб иссиқлик алмашиниш.
2. Нурланиб иссиқ алмашинишнинг асосий қонунлари.
3. Тиниқ муҳитдаги жисм системаларида нурланиш орқали иссиқлик алмашиниши.

Иссиқликни тарқалиши жисм ички энержиясини электрмагнит тўлқинлари энержиясига айланиши натижасида Р. Иссиқлик нурлари (тўлқин) бошқа жисмга тушса уларнинг энержияси қисман ютилади ва ички энержияга айланади. Шундай тарзда жисмлар орасида нурланиб иссиқ алмашиниш содир бўлади.

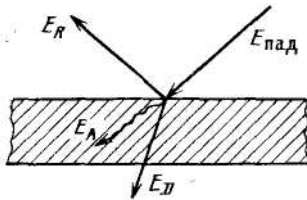
Иссиқлик нурлари электрмагнит тўлқинларининг тарқалиш жараён сингари тўлқин узунлиги " λ " ва тебраниш частотаси " ν " билан характерланади. Тўлқинлар ёруғлик тезлигига тенг тезлик билан тарқалади $c=3 \cdot 10^8$ м/с;

$$\nu = c / \lambda$$

Иссиқлик энержиясини нурланиш тўлқин узунлиги $\lambda=0,8 \div 80$ мкм. ни ташқил қилди. Бу нурларни инфрақизил нурлар деб аталади. Ёруғлик ва иссиқлик нурлари бир хил табиатга эгадир, улар орасида кўп ўхшашлик бор.

Жисмга тушган нур энержияси (чизмага қаранг) қисман ютилади ($E_{\text{ют}}$), қисман қайтади ($E_{\text{қай}}$) ва қисман жисм орқали ўтади ($E_{\text{ўт}}$), яъни буни қуйидагига ифодалаш мумкин

$$E_{\text{туш}} = E_{\text{қай}} + E_{\text{ют}} + E_{\text{ўт}}$$



34-расм. Жисмга тушувчи нурланиш энергиясининг тақсимланиши.

Бу иссилик баланси тенгламасини ўлчовсиз формада ёзиш мумкин.

$$A + R + D = 1$$

бу ерда $A = \frac{E_{\text{ют}}}{E_{\text{туш}}}$ - ютиш коэффициенти дейилади;

$R = \frac{E_{\text{кай}}}{E_{\text{туш}}}$ - қайтиш коэффициенти дейилади;

$D = \frac{E_{\text{ут}}}{E_{\text{туш}}}$ - ўтказиш коэффициенти дейилади.

Ҳамма тушаётган нурларни ютадиган жисмни абсолют қора жисм дейилади. Бу жисм учун $A=1$. $0 < A < 1$ ва тушаётган нурланиш тўлқин узунлигига боғлиқ бўлмаса кул ранг жисм дейилади.

Абсолют оқ жисмда $R=1$ бўлади, абсолют тиниқ жисмда $D=1$ бўлади.

Агар юза иссиқлик нуруни қабул қилиб, ёруғлик нуруни қабул қилмаса у қора жисм бўлмайди.

Қаттиқ ва суюқ жисмлар кўпинча ҳамма узунликдаги яъни 0 дан ∞ гача тўлқин энергиясини нурлатади. Тоза (оксидланмаган) металллар ва газлар селектив нурланиш билан характерланади, яъни бирор аниқ узунлигидаги тўлқин энергиясини нурлатади.

Тананинг (ўзиники) ва у қайтарган нурланиш оқимининг йигиндисини унинг самарасив нурланиши дейилади.

$$E_{\text{эф}} = E + RE_{\text{туш}}$$

Жисмлар системасидаги ўзаро тарқатилган, ютилган, қайтарилган ва ўтказилган нурланиш энергияси йигилган жараён нурланиб иссиқ алмашилиши дейилади.

Нурланиб иссиқлик алмашилишининг асосий қонунлари.

Планк қонуни тўлқин узунлиги спекторининг ҳар хил участкаларидан нурланиш интенсивлигини тарқалиш тартибини ифодалайди.

Нурланиш оқимининг спекториал зичлиги абсолют қора жисм учун

$$I_{0\lambda} = \frac{C_1 \lambda^{-5}}{(e^{C_2/\lambda T} - 1)}$$

бу ерда $C_1 = 3,74 \cdot 10^{-16} \text{ Вт/м}^2$, $C_2 = 1,44 \cdot 10^{-2} \text{ м.К}$ -нурланиш доимийси.

e -натурал логарифмнинг асоси.

Вин қонуни. Чизмадан кўриниб турибдики нурланиш оқими зичлиги $I_{0\lambda}$ $\lambda=0$ дан айрим тўлқинларда максимумгача, сўнггра яна ∞ да нолга интилади. Вин $T \cdot \lambda_m$ кўпаймани доимий эканлигини ўрнатади, яъни

$$T \lambda_m = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ м.К}$$

Ушбу тенгликдан $\lambda_m = 2,898 / T$, демак ҳарорат ортиши билан максимал нурланиш қисқа тўлқинли томонга сурилади.

Стефан-Больцман қонуни.

Чизмадаги штрихланган майдон $I_{0\lambda_i} d\lambda$ кўпайтмасига тенг бўлиб абсолют қора жисмни юзасидаги нурланиш оқимининг зичлигини λ_i дан $\lambda_i + d\lambda$ тўлқин узунлигидаги диапазонда аниқлайди

$$dE_0 = I_{0\lambda_i} d\lambda$$

Берилган ҳарорат учун эгри чизик остидаги майдон ҳамма тўлқинлар узунлигидаги dE_0 ни йигиндисини беради.

$$E_0 = \sigma_0 T^4.$$

бу ерда

$$\sigma_0 = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2\text{К} \quad \text{Стефан-Больцман доимийси.}$$

Бу формула 1879 йили И. Стефан томонидан тажрибада олинган бўлиб, 1881 йил Л. Больцман томонидан назарий жиҳатдан асосланган.

Техник ҳисоблашлар учун Стефан-Больцман қонуни ушбу курунишда ёзилади.

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

бу ерда $C_0 = \sigma_0 \cdot 10^8 = 5,67 \cdot \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4$ - абсолют қора жисмни нурланиш қобиляти.

Реал жисм учун Стефан-Больцман қонуни ушбу курунишда ёзилади

$$E = \epsilon E_0 = \epsilon C_0 (T/100)^4 = C (T/100)^4$$

Бу ерда ϵ - иссиқлик нурланиши коэффиценти, $C = \epsilon C_0$ кул ранг жисмни нурланиш қобиляти.

Материал, юза ҳолати ва ҳароратга боғлиқ ҳолда ϵ 0 дан 1 гача ўзгаради.

Кирхгоф қонуни кул ранг ва абсолют қора жисмлар учун нурланиш ва ютиш энергияси орасидаги сонли боғланишни ўрнатади, яъни

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \frac{E_3}{A_3} = \dots = \frac{E_0}{1} = E_0$$

Бу ифода 1882 йили Г.Кирхгоф томонидан олинган бўлиб, қонуннинг умумий ифодасидир.

Кирхгоф қонунига биноан нурланиш энергиясини (E_1, E_2, E_3). ютиш коэффициентига (A_1, A_2, A_3) нисбати жисм табиатига боғлиқ бўлмай, шу температурадаги абсолют қора жисм нурланиш энергиясига тенгдир.

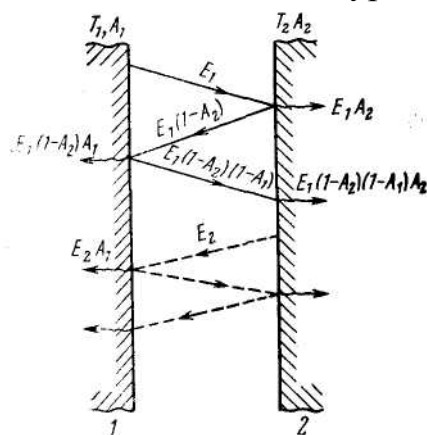
Жисм қанчалик катта ютиш коэффициентига эга бўлса, у шунчалик катта нурланиш энергиясига эга бўлади. Агар жисм кам нурланса, кам ютади. Абсолют оқ жисм нурлаш ва ютиш энергиясига эга эмасдир.

Ҳар хил нур тўлқин узунлигини ҳар хил ютадиган жисмга рангли жисм дейилади.

Ламберт қонуни. Стефан-Больцман қонуни нурланиш энергияси миқдорини ҳамма йўналиш бўйича аниқласа, Ламберт (1760) қонунига биноан максимал нурланиш E_n юзага нормал йўналишда кўпроқ бўлади. Нормалга φ бурчак остида нурланганда энергия миқдори (E_φ) φ бурчак косинусига пропорционалдир, яъни $E_\varphi = E_n \cdot \cos\varphi$. Бундан кўриниб турибдики, нурланиш юзанинг бўйи бўйлаб ($\varphi = 90^\circ$ бўлганда) нолга тенг.

Тиниқ муҳитдаги жисм системаларида нурланиш орқали иссиқлик алмашиниш.

Иккита бир-бирига яқин бўлган, бир-бирига қараган юзалар орасидаги иссиқлик алмашинишни кўриб чиқамиз.



35-рasm. Икки жисм орасида нурланиш орқали иссиқлик алмашинуви схемаси

$T_1 > T_2$, E_1 -биринчи жисмни ўзини энергиясини иккинчига нурланиши, E_2 -иккинчини 1 га нурланиши. Биринчи жисмни ўзини энергиясини сарф бўлишини кўриб чиқамиз. E_1 ни 2-жисмга тушиши билан унинг E_1A_2 иккинчи билан ютилади, $E_1 - E_1A_2 = E_1(1 - A_2)$ қисми қайтади ва 1 жисмга ютилади. 1 Жисм $E_1(1 - A_2)A_1$ ни ютади $E_1(1 - A_2)(1 - A_1)$ ни эса яна иккинчисига қайтаради ва шундай чексиз такрорланаверади. Шундай қилиб иккинчи жисм хусусий энергиясини бошқасига ўтишини кўриш мумкин

Тўхтовсиз сўниб боровчи энергия оқими миқдорини жамламасдан эффектив нурланиш тушунчасидан фойдаланиб ношаффоф жисм учун ушбу ифодани ёзамиз

$$E_{\text{эф}} = E + E_{\text{туш}}(1 - A)$$

Кўриб чиқиладиган ҳар бир жисм ўзининг эффектив нурланиши $E_{\text{эф}1}$ ва $E_{\text{эф}2}$ га эга.

Биринчи жисм учун ўзининг эффектив нурланиши

$$E_{\text{эф}1} = E_1 + E_{\text{эф}2}(1 - A_1)$$

$E_{\text{эф}2}(1 - A)$ миқдор бу ерда биринчи жисм билан қайтарилган чексиз оқимнинг автоматик равишда ҳисобга олади. Иккинчи жисм учун

$$E_{\text{эф}2} = E_2 + E_{\text{эф}1}(1 - A_2)$$

Биринчи жисмдан иккинчи жисмга ўтаётган якуний иссиқлик оқими зичлиги

$$q_{1,2} = E_{\text{эф}1} - E_{\text{эф}2}$$

Бу ифодадаги $E_{\text{эф}1}$ ва $E_{\text{эф}2}$ ларни миқдорини юқоридаги ифодадан олиб қўйсак ва бирга ечиб қуйидагини оламиз

$$q_{1,2} = \frac{A_2 E_1 - A_1 E_2}{A_1 + A_2 - A_1 A_2}$$

E_1 ва E_2 ларни ифодасини қўйиб оламиз.

$$q_{1,2} = \frac{A_2 \varepsilon_1 C_0 (T_1 / 100)^4 - A_1 \varepsilon_2 C_0 (T_2 / 100)^4}{A_1 + A_2 - A_1 A_2}$$

Иккала жисмда ҳам иссиқлик нурланиш коэффиценти сезиларли даражада T_1 ва T_2 ҳароратда ўзгармайди десак, Кирхгоф қонунига биноан $A_1 = E_1$; $A_2 = E_2$ формулага ўрнига қўйиб A ни ε га алмаштириб қуйидагини оламиз

$$q_{1,2} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1} C_0 \cdot [(T_1 / 100)^4 - (T_2 / 100)^4]$$

Бу ерда $\frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1} = \varepsilon_{\text{np}}$ - жисмлар системасининг келтирилган иссиқлик

нурланиши коэффиценти дейилади. Иккита бир-бирига яқин жойлашган жисм учун тўлиқ иссиқлик оқими ушбу формуладан топилади

$$Q_{1,2} = \varphi_{1,2} \varepsilon_{\text{np}} C_0 F \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$$

Бу ерда F -иссиқлик алмашадиган юзанинг майдони иккала юза учун ҳам бир хил,

$\varphi_{1,2}$ - жисмнинг нурланиш коэффиценти, биринчи жисмни нурланиш улушини иккинчи жисм билан қабул қилишини ҳисобга олади.

Биринчи жисм билан иккинчисини нурлаш коэффиценти $\varphi_{1,2}$ ва иккинчиси билан биринчисини нурлаш коэффиценти фарқ қилинади ($\varphi_{2,1}$). Бу коэффицентлар аналитик ёки экспериментал аниқланади. Юқоридаги кўрган ҳолимиз учун, яъни биринчи жисмни ҳамма нурланиши иккинчи жисмга тушса, у ҳолда $\varphi_{1,2} = 1$ бўлади.

Қизиган жисмлардан сақланиш учун орага экран қўйилади, экран сифатида ок жисм ёки полировка қилинган метал пластинка (қоралиқ даражаси $E_k = 0,05 - 0,15$) қўйилади, у ҳолда биринчи жисм билан берилган иссиқлик оқими

$$q_{1,2} = \left\{ \varepsilon_{np} \cdot C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \right\} \frac{1}{2} \text{ бўлади.}$$

Иссиқлик узатиш

Режа

1. Мураккаб иссиқлик алмашиниш.
2. Икки суюқликни ажратиб турувчи девор орқали иссиқлик узатиш.
3. Иссиқлик узатишни жадаллаштириш.

Мураккаб иссиқлик алмашиниш.

Иссиқлик ўтишини иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва нурланишга бўлиш бу жараёнларни ўрганиш учун қулайдир.

Ҳақиқатда эса мураккаб иссиқлик алмашиниш кўпроқ учрайди, яъни иссиқлик икки ва уч усулда бир вақтни ўзида берилади.

Кўп тарқалган мураккаб иссиқлик алмашиниш ҳолларидан бири юзадан газга иссиқлик беришидир (ёки газдан юзага иссиқлик беришидир). Бунда иссиқлик алмашиниши конвекция бўлиши билан яъний (юзани оқиб) ўтаётган газ билан контактда йўлини ҳисобига ва шу юзани нурланиши ва энергия қабул қилиш ҳисобига амалга ошади. Кўпроқ конвектив иссиқлик алмашиниш рўй беради. Шунинг учун, умуман олганда мураккаб иссиқлик алмашиниш интенсивлиги иссиқлик бериш коэффициентининг йигиндиси билан характерланади

$$\alpha = \alpha_k + \alpha_l.$$

Бу ерда α_k - конвектив иссиқлик бериш коэффициентлари

α_l - нурланиб иссиқлик бериш коэффициентлари

Одатда конвекция ва нурланиш бир-бирига таъсир қилмайди:

$$\alpha_k = \frac{q}{|t_c - t_{ж}|}; \quad \alpha_l = \frac{q_l}{|t_c - t_r|},$$

бу ерда q_l – нурланишдаги иссиқлик оқими зичлиги; t_r - газ ҳарорати;

t_k - муҳит ҳарорати, $t_{ж}$ - суюқлик ҳарорати.

Ҳарорат ортиши билан нурланиш иссиқлик оқими тез ортиб боради. Шунинг учун буғ қозонлар ўтинхонасида ва печларда (газ тезлиги катта бўлмаган жойларда) $t_r > 1000^\circ\text{C}$ бўлса $\alpha = \alpha_l$ тенг олиш мумкин.

Юзани иссиқлик алмашиниши кўпроқ томчиловчи суюқлик оқими билан бўлганда $\alpha = \alpha_k$ бўлади.

Икки суюқликни ажратиб турувчи девор орқали иссиқлик узатиш.

Бир суюқлик элтувчидан иккинчи суюқлик элтувчига уларни ажратиб турувчи девор орқали иссиқликни бериш иссиқлик узатиш деб аталади. Бунда иссиқлик иссиқлик элтувчидан $t_{ж1}$ дан конвектив иссиқлик алмашилиниш йўли билан бирор девор юзасига берилади.

Бунда иссиқлик алмашилиниш нурланиш йўли билан ҳам содир бўлиш мумкин. Жараённинг иссиқлик бериш интенсивли иссиқлик бериш коэффиценти α_1 билан характерланади. Сўнгра иссиқлик деворининг иссиқлик ўтказувчанлиги орқали бир юзадан иккинчи юзага ўтади. Иссиқлик ўтказувчанликнинг термик қаршилиги деворнинг турига қараб ҳар хил бўлади. Буни биз юқорида кўриб чиққанмиз. Деворнинг иккинчи юзидан иссиқлик узатиш коэффиценти билан характерландиган α_2 иссиқлик конвектив иссиқлик алмашилиниш йўли билан совк суюқликка берилади.

Стационар режимида ҳамма уччала жараенда ҳам иссиқлик оқими бир хилдир, ҳароратда фарқи эса учта ташкил қилувчидан ташкил топади:

1) Иссиқ суюқлик билан девор юзаси орасидаги ҳарорат фарқидан, Нютон-Рихман қонунига биноан:

$$t_{ж} - t_{c1} = Q / (\alpha_1 F_1) = QR_{\alpha1}: \quad (1)$$

2) девор юзалари орасидаги ҳарорат фарқи

$$t_{c1} - t_{c2} = QR_{\lambda}: \quad (2)$$

3) Иккинчи девор юзаси билан совуқ суюқлик орасидаги ҳарорат фарқи:

$$t_{c2} - t_{ж2} = Q / (\alpha_2 F_2) = QR_{\alpha2} \quad (3)$$

(1), (2), (3) ифодларни чап ва унг томонларини жамлаб қуйидагини оламиз.

$$t_{ж1} - t_{ж2} = Q \left(\frac{1}{\alpha_1 F_1} + R_{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2 F_2} \right)$$

бунда

$$Q = \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{\frac{1}{\alpha_1 F_1} + R_{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2 F_2}} = \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{R_{\alpha1} + R_{\lambda} + R_{\alpha2}} = \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{R_K} \quad (4)$$

Бу (4) формула ёрдамида ясси, цилиндрик бир қатламли, кўп қатламли деворлар орқали иссиқлик бериш жаарёнини ҳисоблаш мумкин. Фақат бу ерда R_{λ} фарқ қилинади.

$R_{\alpha} = \frac{1}{\alpha F}$ миқдорни иссиқлик бериш термик қаршилиги дейилади.

Термик қаршиликлари йигиндиси R_K ни - иссиқлик узатиш термик қаршилиги дейилади.

1-чи ва 3 чи ифодалардан девор юзидаги ҳароратни аниқлаш мумкин.

$$t_{c1} = t_{ж1} - QR_{\alpha1}; \quad t_{c2} = t_{ж2} + QR_{\alpha2};$$

Ясси девор орқали иссиқлик узатишда деворларнинг иккала томонидан ҳам юзаси бир хил бўлса, яъни $F_1 = F_2 = F$ иссиқлик оқими зичлиги ушбу формула орқали ҳисобланади

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = K(t_{ж1} - t_{ж2});$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \text{ иссиқлик узатиш коэффициенти}$$

Бу коэффициент бир иссиқлик элтувчидан бошқача уларни ажратиб турувчи девор орқали иссиқлик узатиш жараён интенсивлигини ҳарактерлайди.

Кўп қатламли девор бўлганда формуладаги δ/λ муносабат ўрнига ҳар бир қатлам учун ўзининг δ_1/λ_1 , δ_2/λ_2 ифодаларини қўйиш керак.

Иссиқлик узатишни интенсивлаштириш

Иссиқлик узатиш интенсивлаштириш учун (4) ифодадаги ҳарорат фарқини ортириш керак ($t_{ж1} - t_{ж2}$), ёки иссиқлик узатиш термик қаршилигини R_K камайтириш керак. Иссиқлик элтувчиларнинг ҳароратси технологик жараён билан мослашган, шунинг учун уларни ўзгартириш иложи йўқ.

Термик қаршилиқни камайтириш учун иккинчи юзани кобиргали қилинади. Бунда F_2 майдон катталашганлиги сабабли термик қаршилиқ $R_{\alpha_2} = \frac{1}{\alpha_2 F_2}$ камаяди, шунга муваффиқ R_K камаяди.

Иссиқлик узатиш коэффициентини катталаштириб ҳам шунга ўхшаш натижага эришиши мумкин, аммо бунга қўшимча энергия сарфи талаб қилинади (иссиқлик элтувчининг оқиш тезлигини ошириш учун).

Ёнилғи ва ёниш назариясининг асоси

Режа

1. Ёқилғининг таркиби ва тавсияномаси.
2. Ёниш жараёни.

Ёнилғи деб ёнишда иссиқлик чиқарадиган ўсимлик қолдикларидан пайдо бўлган углеродли ва углеводородли моддаларга айтилади. Ерда ҳамма ёқилғиларнинг асосий манбаи куёш ҳисобланади. Куёш энергиясининг нурланиш бир йилда ерда 19500 триллион тонна шартли ёқилғига эквивалентдир.

Ёқилғининг таркиби ва тавсияномаси.

Ёқилғининг ёнувчи массасига углерод, водород ва учувчи олтингугурт киради. Ёқилғининг асосий элементи бўлиб углерод ҳисобланади. Қаттиқ ёқилғида углероднинг миқдори 50 дан 95% гача, Водород 1 дан 65% дан олтингугурт 0 дан 8 % гача бўлади.

Бу кўрсатилган элементлардан ташқари ёнилғи таркибига кислород (ўсимлик клеткасидан келиб тушади), маълум миқдорда азот, (қаттиқ ёнилғида

1% ошмайди) ҳамда хул ва намлик бор. Кул миқдори 1-2% дан ошмайди. Намлик миқдори 1 % дан 60% гача ва ундан юқори бўлиши мумкин.

Намлик ташқи ва гигроскопик турларга бўлинади. Ташқи намлик ёмгир, кордан кушилиши мумкин. Гигроскопик намлик ёнилғининг углеродланиш даражасига ва каллоидланиш талабига боғлиқ.

Ёнилғининг кимёвий таркиби қуйидагига ифодаланади.

$$C^r + H^r + O^r + N^r + S_{\text{л}}^r = 100\%$$

Ишчи ёнилғининг кимёвий таркиби

$$C^p + H^p + O^p + N^p + S_{\text{л}}^p + A^p + W_p = 100.$$

Ёнилғида нам бўлмаса куруқ дейилади, унинг таркиби

$$C^c + H^c + O^c + N^c + A^c = 100\%$$

Фомулалардаги индекслар ёнилғини қайси турга таълуқлигини билдиради.

Ёнилғининг тавсифномаси бўлиб ёниш ҳарорати ҳисобланади, яъни 1 кг ёнилғи ёндирилганда қанча миқдорда иссиқлик чиққанлигини ҳарактерлайди. Торф - 2350 ÷ 10000 кдж/кг, Тош кўмир 15,8 - 23 минг кдж/кг иссиқлик чиқади. қанчалик кам иссиқлик чиқарса шунга ёқилғи сарф кўп бўлади. Ёқилғида хул ва намлик кўп бўлса шунчалик кам иссиқлик чиқаради.

Ёқилғини юқори ва қўйи ёниш иссиқлиги фарқ қилинади. 1 кг ёқилғини ёнишда олинган иссиқлик миқдори буғга айлантириш учун кетган иссиқлиги ишчи ёқилғи массасида қуйидагича боғланган.

$$Q_n^p = Q_B^p - 224H^p - 25W^p \text{ кдж/кг}$$

Ёқилғини ёниш иссиқлик миқдорини калориметрлаш йўли билан ёки формула ёрдамида аниқлаш мумкин. Бу қаттиқ ва суюқ ёқилғилар учун Д. И. Менделеев формуласи билан аниқланади.

$$Q_n^p = 338C^p + 1025H^p + 1085(O^p - S_{\text{л}}^p) - 25W^p \text{ кдж/кг}.$$

Шартли ёқилғи учун ёниш иссиқлиги 29,35 Мж/кг(7000 ккал/кг) тенг бўлган ёқилғи қабул қилинган.

1. Гумуслардан ҳосил бўлган (чириндидан),
2. Бир клеткали сув ўсимликларидан ҳосил бўлган (ботқоқликларда)
3. Гумус ва бир клеткали сув ўсимликларидан
4. Бир клеткали ўсимлик ва гумус қолдикларидан ташқил топган ёнилғиларга бўлинади.

Ҳар бир синф яна уч синфларга бўлинади:

Торф, кулранг ва тош кўмирларга ва булар ҳам яна бўлиниб кетади.

Ёниш жараёни.

Ёқилғи билан ҳаво кислородини кимёвий бирикишини ёқилғини ёниши деб юритилади. Бунда ёниш даврида интенсив равишда иссиқлик ажралиши ва ҳароратни кўтарилиши кузатилади.

1 кг ёқилғини ёкиш учун зарур бўлган кислород миқдорини ушбу формула билан аниқланади:

$$G_{O_2} = \frac{2,68C^p + 8H^p + S^p - O^p}{100} \quad Q_2 / \text{кг} \quad \text{ёқилғи}$$

1 кг ёқилғини ёндириш учун керак бўлган ҳаво миқдори қуйидагига тенг.

$$V_B = 0,089C_p + 0,266H_p + 0,033(S_n^p - O^p)_{н.м}^3 \text{ ҳаво.}$$

Қозон қурилмалари

Режа

1. Умумий маълумотлар.
2. Қозон конструкцияларини ривожланиши.
3. Буғ қозоннинг иссиқлик баланси. ФИК

Ёқилғини ёкишда ажралиб чиққан иссиқлик ҳисобга юқори босим остидаги иссиқ сув ёки буғ олиш учун мўлжалланган қурилмага қозон агрегатлари дейилади. Улар буғ қозонлари ва сув иситувчи қозонларга бўлинади. Печкалардан чиқувчи газ ҳароратидан фойдаланиб ишлайдиган қозон агрегатлари қозон-ўтилизаторлари дейилади.

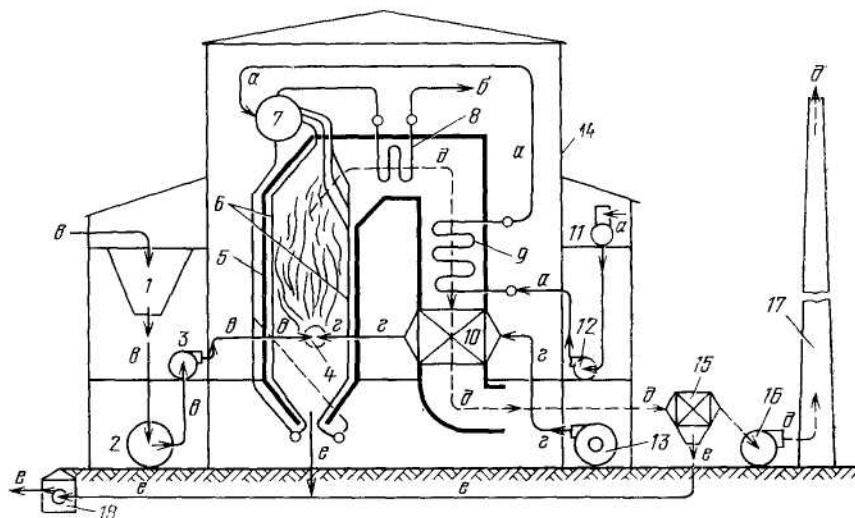
Қозон агрегатини хавфсиз ва барқарор ишлашини таъминлаш мақсадида уни қўшимча қуйидаги ёқилғини тайёрлаш ва узатиш, ҳаво бериш сувни тозаловчи ва берувчи, ёнган ёнилғи чиқиндиларини чиқариш ва уларни қўлдан ва заҳарли аралашмалардан тозалаш, ёқилғи қолдиги кул шлакларни чиқариш учун хизмат қиладиган жиҳозлар билан таъминланади:

Қозон агрегат ва қўшимча жиҳозлар биргаликда қозон қурилмалари дейилади. Ёқиладиган ёқилғи турига қараб айрим қўшимча жиҳозлар биргаликда қозон қурилмалари дейилади. Ёқиладиган ёқилғи турига қараб айрим қўшимча жиҳозлар бўлмаслиги мумкин.

Иссиқлик электр станцияларини турбинасини буғ билан таъминловчи қозон қурилмалари ишлаб чиқариш ва иситиш учун ҳам мўлжалланган бўлиши мумкин.

Қозон қурилмаларини иссиқлик манбаи сифатида табиий ва сунъий ёқилғилар (тошқўмир, нефткимёвий маҳсулотларини қайта ишлангандаги суюқ ва газсимон моддалар, табиий ва домна печи газлари ва бошқалар), саноат печкаси ва бошқа қурилмалардан чиқувчи газлар, куёш энергияси, атом энергияси қўлланилади.

Чангсимон кўмирда ишловчи барабанли буғ қозони қурилмасининг технологик ишлаш схемаси расмда келтирилган ва қуйидагича ишлайди.



36-Расм(а). Қозон қурилмасининг технологик схемаси

Ёқилғи кўмир омборидан майдалангандан сўнг конвейр билан кўмир бункери 1 га берилади. Бундан сўнг чанг тайёрлаш системасига (кўмир майдалагич тегирмонга) йўналтирилади. Чангсимон ёқилғи махсус вентилятор 3 билан трубалар орқали ҳаво оқимида қозон ўчоғи 5 горелкаси 4 га берилади. Горелкага туфловчи вентилятор 13 билан иккиламчи ҳаво ҳам берилади. (кўпинча қозоннинг ҳаво қизитгичи 10 орқали). Қозонни таъминлаш учун сув унинг барабани 7 га таъминловчи насос 12 била бак 11 дан берилади. Барабанга сув беришдан олдин у қозоннинг сувли эканомайзери 9 билан қиздирилади. Сувли буғланиши трубалар системаси 6 дан буғ қизитгич 8 га ўтади, сўнгра истеъмолгача йўналтирилади.

Ёқилғи - ҳаво аралашмаси ўчоғда юқори ҳароратли (1500°C) аланга ҳосил қилиб ёнади ва труба 6 га иссиқлик нуруни беради. Бу қизиган буғлантирувчи юзани экран ҳам дейилади. Маълум қисм иссиқлиги экранга бериб, ўтхона газлари 1000°C ҳарорат билан буғ қизитгични қамрайди. Сўнгра ёнган маҳсулотлар сув эканомайзери 9, ҳаво исистгич 10, орқали ўтиб қозонни 100°C дан озгина ортивчи ҳарорат билан тарк этади. Қозондан чиқаётган газ қўлдан кул тўтувчи қурилма 15 билан тозаланади ва тутун сурвуги 16 орқали мурын 17 билан атмосферага чиқариб юборилади. Ушлаб қолинган чангсимон кул ва ўчоғни тагига тушган шлак каналлар бўйига сув оқими билан чиқариб юборилади. Ҳосил бўлган аралашма насос 18 билан трубалар орқали чиқариб юборилади.

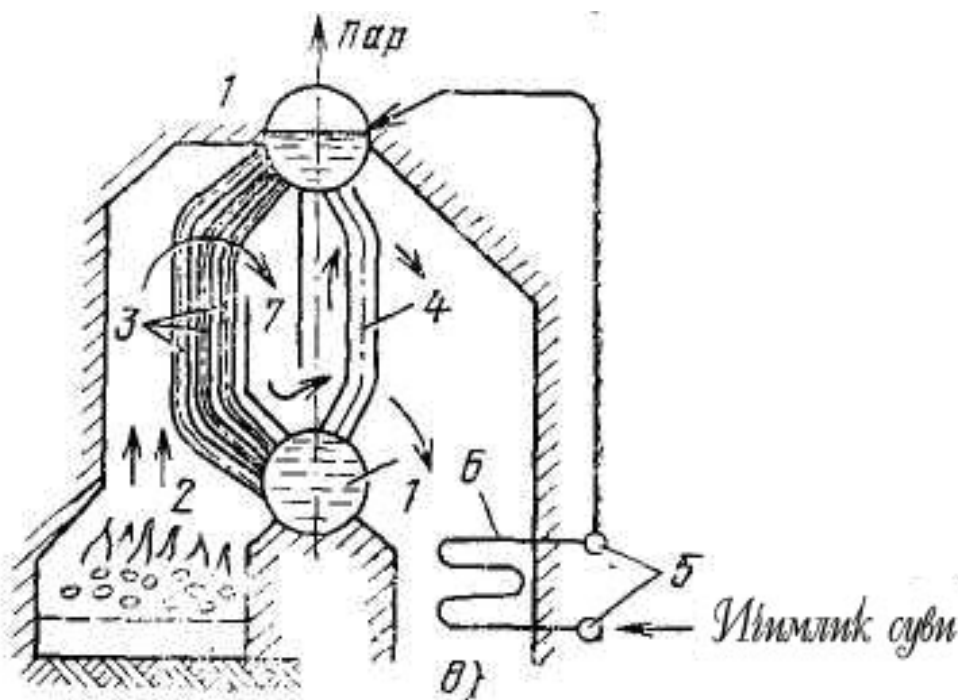
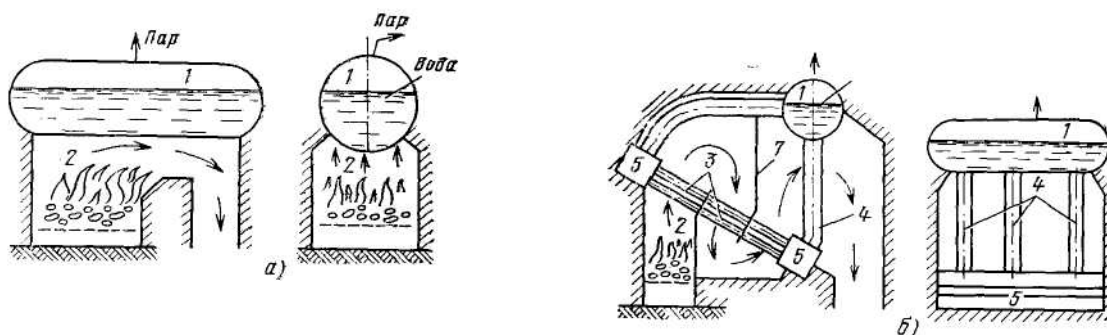
Қозон конструкцияларини ривожланиши

Бу қозонларни ривожланиши иш унумини ишлаб чиқарилаётган буғ ўлчамларини, мустахкамлигини ва хавфсизлигини ФИК ошириш ва ҳар бир тонна ишлаб чиқарилаётган буғга тўғри келадиган метал-конструкциясининг оғирлигини камайтиришга йўналтирилган. Бу вазифалар қизиш юзасини ошириш ва барабанни қизийдиган соҳада олиб чиқиш йўли билан амалга оширилган.

Буғ қозонларнинг қуйидаги нусхалари бор.

а) Оддий цилиндрик қозон

- 1) барабан
- 2) ўчоқ



36-расм. (б) Буғ қозонининг ривожланиш схемаси

б) Бир неча қия трубади сувтрубади қозон.

3-қайнатувчи трубалар туп-лами, 4- тушурувчи труба, 5 - коллекторлар.

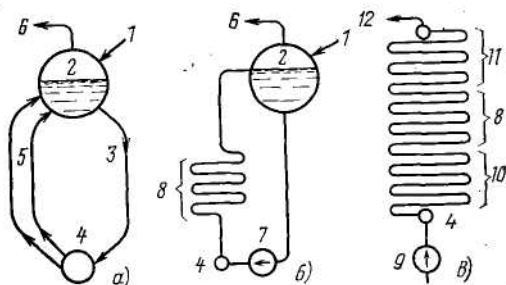
5 - колекторлар (иситувчи юза трубаларни бирлаштирувчи);

6 - сув экономайзери;

7 - қозон газ йўлларидаги тўсиқ.

в) икки барабанли вертикаль - сувтрубали қозон.

Ҳозирги замон қозон агрегатларида асосий сув оқими - сув буғ аралашмаси - буғ ҳаракати схемаси.



37-расм. Қозон қурилмаларида сув, сув буғи аралашмаси ва буғнинг ҳаракатланиш схемаси.

1. Таъминловчи сув; 2-барабан; 3-қизитилмайдиган тушувчи труба; 4 - пастки колектор; 5-қизитиладиган кўтарувчи насос 6- тўйинган буғни олиш; 7- айлантрирувчи насос; 8- парлантрирувчи юза; 9-таъминловчи насос; 10- қизитиладиган юзанинг экономайзер қисми; 11- қизитиладиган юзанинг буғ қиздирадиган қисми; 12-қизиган буғни олиш.

Ҳозирги пайтда чиқарилаётган энг йирик қозонлардан энергетик қозонлардир. Уларни иш унуми 3950 т/с, (1097 кг/с), таъминланадиган турбиналарнинг қуввати 1200 МВт гача, буғ босими 25 МПа, қизиган буғ ҳарорати 500°C гача.

Қозонларни маркалаш.

Е-420-140ГМ; Е-табiiй айланадиган; 420-иш унуми т/ч; 140 буғ босими кгс/см²; Г-газ билан М-мазут билан ёндириладиган.

Биринчи белги П бўлса - мажбурий айлантириш бўлади. Комбинированный ёқилғи билан ёқиладиган бўлса "К" ҳарфи қўйилади.

Буғ қозоннинг иссиқлик баланси. ФИК

Буғ генераторининг иссиқлик баланси келтирилган ва сарф қилинган иссиқлик миқдори билан характерланади.

Қозон агрегатларига киритилган ҳамма иссиқлик миқдорини ихтиёримизда бўлган иссиқлик дейилади.

Қозоннинг иссиқлик баланси тенгламаси қуйидагига тенг:

$$Q_{\text{иx}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

Бу ерда Q_1 - фойдаланилган иссиқлик;

Q_2 - газ билан чикиб кетаётган иссиқлик сарфи;
 Q_3 - ёқилғини тўлиқ кимёвий ёнмаганлигидан келиб чиқадиган иссиқлик;
 Q_4 - ёқилғини механик ёнмаганлигидан иссиқлик сарфи;
 Q_5 - ўчоқ тўсиқлари ва конвектив газ йўллари орқали йўқотилган иссиқлик сарфи;
 Q_6 - шлак билан чикиб кетадиган иссиқлик сарфи.

Иссиқлик баланси тенгламаси % ларда қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$100 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$$

Қозон агрегатларининг ФИК қуйидагига тенг

$$\eta_{\kappa.a} = \frac{Q_1 \cdot 100}{Q_{ax}} = q_1 \quad \text{ёки}$$

$$\eta_{\kappa.a} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6)$$

Қозон агрегатларида фойдаланилган иссиқлик миқдори ушбу ифодадан топилади.

$$Q_1 = \frac{1}{B} \left[D(h_{ne} - h_{nB}) + D_{np}(h' - h_{nB}) + \right. \\ \left. + D_{nac}(h'' - h_{nB}) + D_{Bn}(h''_{Bn} - h'_{Bn}) \right]$$

Бу ерда

D - қозон агрегатининг иш унуми; B - ёқилғи сарфи;

D_{np} , D_{nac} , D_{Bn} - ҳайдовчи сув, тўйинган ва иккиламчи қизитилган буғ сарфи;

h_{ne} , h'' , h_{nB} , h' - қизиган, тўйинган буғ, таъминловчи ва ҳайдовчи сув энтальпияси;

h_{Bn} , h''_{Bn} - оралик буғ тутгичи киришдаги ва чиқишдаги иккиламчи буғ энтальпияси.

Юқоридаги ифодадан ёқилғи сарфини аниқлаш мумкин.

$$B = \frac{D(h_{ne} - h_{nB}) + D_{np}(h' - h_{nB}) + D_{nac}(h'' - h_{nB}) + D_{Bn}(h''_{Bn} - h'_{Bn})}{Q_p \cdot \eta_{\kappa.a}}$$

Ҳозирги замондаги қозонлар энг такомиллашган агрегатлар ҳисобланади, уларнинг ФИК 90% дан ортади.

Иссиқлик генераторлари, сув иситгичлар, газ билан иситиш жиҳозлари

Режа

1. Иссиқлик генераторлари.
2. Сув иситгичлар.
3. Газ билан иситиш жиҳозлари.

Қишлоқ хўжалигида ҳаво билан иситиш ва теплицяларни шамоллатиш парандачилик фермаларида, тамир устахоналарида, гараж ва бошқа ишлаб чиқариш ва хизмат биноларида кенг қўлланилади. Бунинг учун буғ ва сув каларифер қурилмаларидан фодаланилади. Улар иссиқлик этувчини қозонлардан ва исиқлик генераторлардан олади. Иссиқлик генераторларини ҳархил қишлоқ хўжалик экинларини қуритишда ва қуринишда учун ҳам ишлатилади. Булар уйларни ва хоналарни актив шомоллатади. Иссиқлик генераторлари дизел ёқилғиси билан ишлайди. Иссиқлик генераторлари, стационар, кўчма типларга бўлинади. Стационар иссиқлик генераторларидан ТГ-75А, ТГ-150Л, ТГ-1А, ТГ-2,5 ва ТГ-3,5 кўпроқ қўлланилади. ТГ-75А ва ТГ-150А иссиқлик генераторлари сув иситгич билан таъминланган. Бу иситиш билан бирга иссиқ сув билан бирга иссиқ сув билан таъминлаш имкониятини ҳам беради. ТГ-75А 1 соатда 100Л сувни иситади, ТГ-150А-200Л.

ТГ-1А, ТГ-2,5А, ТГ-3,5 иссиқлик генераторлари тўлиқ автоматлаштирилган колакт енгил, бир-биридан иссиқлик ишлаб чиқариш қуввати габирити билан фарқ қилади. Автоматик генераторлар кул билан бошқарилиши ҳам мумкин.

Стационар иссиқлик генераторлари билан бир қаторда кўчма иссиқлик генераторлари ҳам бошқоқли донларни макка ва бошқа қишлоқ хўжалик экинларни қуритиш учун ишлатилади. Уларни иситиш ва шамоллатиш (хона ва теплицяларни) учун ҳам фойдаланиш мумкин.

ТГП - 400, ТГП-1000 кўчма иссиқлик генераторлари тўзилиши ва ишлаши бўйича ТГ-1А ва ТГ-2,5 иссиқлик генераторларига ўхшаш, аммо иш унуми юқори, оғирлиги кам. Кўчириш учун гилдирак ва ченалари бор.

ТГП - 400 - иссиқлик қуввати 116,3 КВТ 1соатда 6000 м³ ҳаво иситади, температураси 45⁰С, ёқилғи сарфи 12 кг/соат, оғирлиги 300 кг ТГП-1000 - иссиқлик қуввати. 250,8 квт, 1 соатда 15500м³, t=45⁰с. Q=10, кг/соат: оғирлиги 850 кг.

Сув иситгичлари

Маҳаллий иситиш ва сув билан таъминлаш системаларида газ билан сув иситувчи қурилмалар қуланиб келишмоқда. Автоматик газ билан сув истувчи (АГВ) учта модификация билан чиқарилади: АГВ - 50М, АГВ-80М, АГВ-120 маркасига мувофиқ 50, 80, ва 120 л ҳажмига эга. Булар бир-биридан иш унуми габарит ва автоматикани айрим элементи билан фарқ қилади.

Ишлаши автоматлаштирилган, терморегуляторлар хил температура-ни таъминлайди. АГВ-50М - иссиқ қувват 4,88 квт, 20 дан 80° гача 55 минўт, иситадиган хона майдони 30-40 м² ФИК-70 оғирлиги 70 кг, АГВ 80М, 5,23 квт,

70мин, 50-60 м² ФИК-75% оғир-84 кг, АГВ-120м - 10,47 кВт, 60 мин, 75-85 м² 75%, 100 кг.

Газ билан иситиш жиҳозлар.

Махалий иситиш системаларида иссиқлик манбаи сифатида ҳар хил газ билан иситиш жиҳозлари қўлланиши мумкин.

Газ билан иситадиган "Огонёк" жиҳози майдони 20 м² бўлган хоналарни иситиш учун мўлжалланган.

1. Қобиқ.
2. Иссиқлик алмашувчи,
3. Герметикланган кўриш ойнаси,
4. Горелка
5. Оёқча
6. Бетон панжара
7. Шамолга қарши шиток
8. Бетонли кути.

Газ билан иситиш жиҳози

Газли глазок орқали ёндирилади. Жиҳоз автоматик қурилма билан таъминланган.

Иссиқ қуввати 1860 Вт, иситиш ҳарорати, чиқишда 70°C, ФИК,- 80 %, оғирлиги 70,6 кг.

Салкет бу жиҳоздан ташқари газли конвекторлар каминлар, инфра қизил нурланувчи газ горелкаларини чиқаради. Булар ҳам кичик хоналарни иситиш учун мўлжалланган.

Компрессорлар

Режа

1. Поршенли компрессорлини ишлаш принципи.
2. Компрессор машиналарнинг ўлчамлари.
3. Кўп босқичли компрессорлар.

Компрессор деб газларни сиқиш учун мўлжалланган машиналарга айтилади.

Вазифасига қараб компрессорлар ҳаво ва газ (кислород) компрессорларига бўлинади. Умумий аҳамиятга эга бўлган ҳаво компрессорлари кўп тарқалган. Бу машиналар босими 5.0 МПа гача бўлган сиқилган ҳаволарни ишлаб чиқарилади.

Сиқилган ҳаво халқ хўжалигининг ҳар хил тармоқларида кенг қўлланилади. Масалан металлургия саноатида, нефть саноатида, газтрубинали қурилма ва

реактив двигателлар. Бундан ташқари сиқилган ҳаво поршенли ички ёнув двигателларида пуркаш, юргизиш, тозалаш учун ишлатилади. Энергетика соҳасида қозонларнинг ўтин хонасида ҳайдаш учун қўлланилади. Сочилувчи моддаларни транспортировка қилиш, материалларни аралаштириш учун, чанглари сепорация қилиш учун ва бошқа кўп жараёнларда қўлланилади.

Газ (кислород) компрессорлари ўзига хос группани ташқил қилади, яъни ишчи органлари махсус мойловчи материалларни ва кислородни тиркишлардан чиқиб кетмаслиги учун алоҳида зичлагичлар талаб қилади.

Ишлаш принципи бўйича поршенли (ҳажми) компрессорларга ва трубо компрессорларга бўлинади.

Поршенли компрессорларда босимни ортиши ичида газ бўлган ёпиқ муҳитда ҳажмни камайиши ҳисобиги амалга ошади (поршен, цилиндрда) қисилганда газ амалда кўзгалмайди ва унда инерция кучлари ҳосил бўлмайди. Бу машиналарнинг ҳарактерли жойи шундаки ишчи жараён даврийдир.

Турбокомпрессорларда сиқиш газ оқимининг инерция кучидан фойдаланиш ҳисобига амалга ошади. Бундай машиналарда энергияни ўзгартиришни шартли икки босқичга бўлинади: 1) Биринчи босқичда газга энергия берилади (айланувчи лотатили аппарат билан); 2) Иккинчи босқичда газ оқими тормозланади ва унинг кинетик энергияси потенциал энергияга айлантирлади.

Иккала босқич ҳам бир вақтни ўзида содир бўлиши мумкин. Бу машинанинг ҳарактерли хусусияти шунки ишчи жараён тўхтовсиз бўлади.

Турбокомпрессорлар ҳаво оқимини ҳаракат йўналишига қараб марказдан кочма ва уқий бўлиши мумкин. Марказдан кочма машиналарда оқим ҳаракати радиал бўлади (марказий айланувчи ишчи гилдиракларнинг четига тамон). Уқий машиналарда ҳаво оқими аракати ишчи гилдиракнинг айланиш ўқи бўйлаб юборилган бўлади.

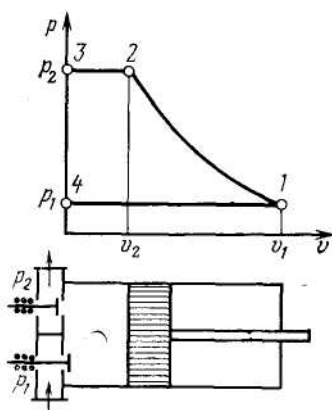
Турбокомпрессорлар газ босимини орттириш даражаси бўйича қуйидагиларга бўлинади:

- 1) Вентиляторларга ($\pi_k \leq 1,15$);
- 2) Ҳайдовчи ёки газпурковчи ($\pi_k > 1,15$ совутиш бўлмаганда);
- 3) Компрессорларга ($\pi_k >$ совутиш бўлганда).

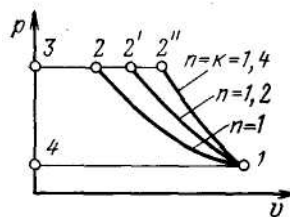
Сиқилган газни олиш жуда энергия кўп сарфланадиган жараёндир.

Поршенли компрессорни ишлаш принципи.

Поршенли компрессорни ишлаш принципи қуйидагича: поршен чапдан унг тамонга ҳаракатланганда цилиндрдаги босим камаяди ва бу босим камайиши ҳисобига сўрувчи клапан очилади цилиндр газ билан тўлади, суриш индикатор диаграммасида 4,1 чизик билан ҳарактерланади.



38-расм. Идеал поршенли компрессорнинг индикатор диаграммаси



39-расм. Адиабатик, изотермик ва политрон сиқиш ишларини солиштириш

Поршен қайта ҳаракат қилганда сўрувчи клапан ёпилади ва газ 1,2 чизик бўйича сиқилади. Цилинддаги босим P_2 - босимдан катта бўлгани қадар ортиб боради. Бу босим фарқи ҳисобига чиқарувчи (ҳайдовчи) клапан очилади ва поршен билан газ тармоқга чиқариб юборилади (2-3 чизик). Сўнгра ҳайдовчи клапан ёпилади ва ҳамма жараёнлар қайтарилади.

Индикаторли диаграммани РЭ диаграмма билан аралаштириб юбормаслик керак. РЭ диаграмма модда сони доимий бўлган ҳол учун қурилади.

Индикатор диаграммадаги 4,1 сўрувчи ва 2,3 ҳайдовчи чизиклар термодинамик жараён характерламайди, чунки ишчи тананинг ҳолати доимий қолиб, фақат унинг сони ўзгармоқда.

килограмм газни сиқиш ва уни ўрнини ўзгартириш учун ℓ_k иш сарфланади, буни миқдори қуйидагига тенг

$$\ell_k = (h_2 - h_1) + (c_2^2 - c_1^2)/2 + q_{\text{ташк.}}$$

Бу ерда $(h_2 - h_1)$ - энталпия фарқи $(c_2^2 - c_1^2)/2$ - кинетик энергия,

$q_{\text{ташк.}}$ - совутишга кетган.

Индикатор диаграммадаги 4321 майдон l_k ишни изоҳлайди. Компрессорда сарфланаётган техник иш сиқиш жараёнининг характерига боғлиқдир. Расмда изотермик ($n=1$), адиабатик ($n=k$) ва политроп сиқиш жараёни кўрсатилган.

Изотерма бўйича сиқиш энг кам майдонни беради, яъни энг кам иш сарфланади.

Демак, компрессорда изотермик сиқишни қўлланиш энергетик жиҳатдан фойдалидир.

Сиқишни изотермик жараёнга яқинлаштириш учун компрессорда сиқилган ҳавони температурасини олиб туриш керак. Бунга цилиндр ташқи юзасини сув билан совутиш эвазига эришилади. Аммо амалда газни сиқиш политроп жараён бўйича бўлади. (кўрсаткичи $n=1,18 \div 1,2$), $n=1$ кўрсаткичи таъминлашни иложи бўлмайди.

Идеал компрессорни ҳаракатлантириш учун кетган назарий ушбу тегиликдан топилади:

$$\ell_{\kappa} = \frac{n}{n-1} p_1 \vartheta_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

Компрессордаги газни сарфини m_1 кг/с билан белгиласак компрессорни ҳаракатга келтириш учун сарфланган назарий қувват қуйидагига тенг бўлади:

$$N_{\kappa} = m \frac{n}{n-1} p_1 \vartheta_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

Компрессор машиналарининг ўлчамлари

Компрессорнинг асосий ўлчамларига газни, ҳавони, бериш, охириги босим, валдаги қувват ва ФИК киради.

Бериш деб вақт бирлигида компрессор билан берилаётган газ миқдорига айтилади. Ҳажмий V_0 м³/с, оғирлик бўйича бериш m , кг/с мавжуд.

Поршенли компрессорлар газларни 80 МПа гача сиқиш мумкин марказдан кочма компрессорлар одатда 4,0 Мпа босим беришга тайёрланади, уқий компрессорлар 0,8 МПа босим беради.

Компрессорнинг индикаторли қуввати индикаторли иши бўйича ҳисобланади.

$$N_i = m l_{ki} = \rho_o V_o l_{ki}$$

Бу ерда ρ_o - газ чизлиги, кг/м³;

V_o - ҳажмий бериш, м³/с,

l_{ki} - индикаторли иш.

Поршенли компрессорларда индикаторли ишни индикаторли диаграммадан олинади.

Турбо компрессорларда индикаторли қуввани техник қийинчиликлар бўлгани учун валдаги қувват орқали олинади, яъни

$$N_i = N_e - N_{\max} = \eta_{\max} \cdot N_e$$

Бу ерда N_e - валдаги қувват, $N_{\max}$ = машина ўзелларида ишқаланишга сарф бўлган қувват.

Турбо компрессорда ФИК 0,85÷0,995 н.и, поршенли компрессорда 0,95÷0,95 тенг.

Сиқилган газ, ҳаво ишлаб чиқаришнинг иқтисодий кўрсаткичларидан бири амалдаги солиштирма энергия сарфидир.

$$n_e = \mathcal{E} / V_{\tau}$$

бу ерда $\mathcal{E}$ - умумий энергия сарфи;

V_{τ} - ишлаб чиқилган газ ҳажми, м³,

Сиқилган ҳавонинг ўртача таннари

$$C = \frac{A}{V_r}$$

бу ерда A - газ ишлаб чиқариш учун кетган доимий ва ўзгарувчан ҳаражатлар.

Ҳаражатлар 70 ÷ 80% электр энергиясига сарфланади.

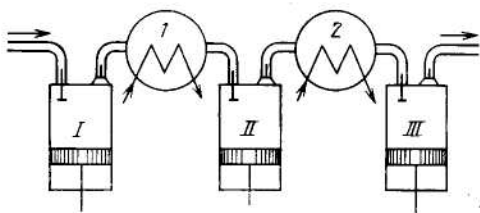
Поршенли компрессорлар

Бу компрессорлар битта ишчи полости бўлса оддий иккита бўлса икки ёқлама таъсир қилувчи дейилади.

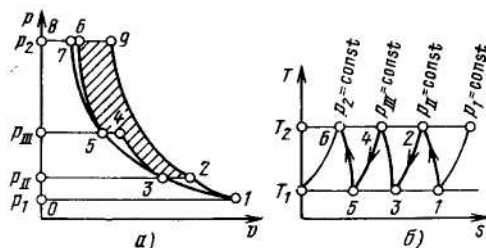
Оддийда 1 сўрувчи, 1 та чиқарувчи клапан бўлса, икки ёқлама 2 та сўрувчи 2 та чиқарувчи клапанлар бўлади.

Кўп босқичли компрессорлар

Юқори босимдаги ҳавони олиш учун кўп босқичли компрессорлар ишлатилади. Уларда сиқиш жараёни бир неча кетма-кет бириктирилган цилиндрларда бўлиб, уларнинг орасида ҳар бир сиқишдан сўнг газ совутилади.



40-расм. Кўп поғонали компрессор схемаси



41-расм. Уч поғонали компрессор индикатор диаграммаси (а) ва сиқиш жараёни T,S диаграммаси (б)

Кўп босқичли компрессорлар

I-III - босқичлар, 1,2 оралик совутгичлар.

Штрихланган майдон ютилган техник ишни билдиради.

Босқичлар сони ортиб бориши билан изотермик жараёнга яқинлашиб борилади, аммо компрессор конструкцияси мураккаб ва нархи кимматлашиб боради.

Бино ва қурилишларнинг иссиқлик физикаси асослари. Автокорхонанинг ишлаб чиқариш биноларининг иссиқлик физикаси

Режа

1. Хонада иссиқлик алмашиниши.
2. Хонанинг иссиқлик йўқотишини ҳисоблаш.

Ҳар хил аҳамиятга эга бўлган биноларда иссиқлик режими ҳавонинг ва ички юза тўсиқларининг ҳарорати, намлиги ва кўзгалувчанлиги билан характерланади.

Ишлаб чиқариш биноларининг ҳаво муҳити исиш ёки совуш газ сув буғлари ва чанг билан ифлосланиш таъсири остида бўлади. Бинонинг тўзувчи конструкциялари девол, тўсиқлар, копланалар, пол, дераза, эшик, дарвозалар атмосфера ҳавосининг таъсиридан саклайди. Аммо ички ва ташқи ҳароратнинг фарқи таъсири остида ёзда қизийди, совуқ даврларда иссиқлигин йўқотади, намлиги ошади, чидамлилиги камаяди.

Шундай қилиб ички ва ташқи муҳит орасида доимий иссиқлик, ҳаво ва нам алмашиниш содир бўлади. Ташқи муҳитни бинонинг иссиқлик режимида таъсир қилиш даражаси бинонинг тусувчи конструкцияларни сифатига тўғри пропорционал боғлангандир.

Бинода йил давомида керакли микроқийматни саклаш учун, материални ва ташқи тўсиқ қалинлигини рационал танлашдан ташқари бинони иситиш системаси, вентиляция ва ҳаво конденционери билан жиҳозланади.

Совуқ девор учун бино ичидаги ҳарорат (ҳисоблашларда) қуйидагича бўлиши мумкин:

Яшаш, бошқарув биноларида, коровулхона -18°C гаражларда 10, тамир устахоналарида $18-20^{\circ}\text{C}$, ва хоказо.

Намлик 50-75% гача бўлиши керак, ҳавонинг алмашиниш тезлиги 0,3 м/с.

Хонада иссиқлик алмашиниш

Бинонинг ташқи юзаси ҳаводан конвектив иссиқлик оқимини ва ички тўсиқлардан нурли иссиқлик оқимини қабул қилади.

$$\Phi_{\theta} = \alpha_{\kappa} F (t_{\theta} - \tau_{\theta}) + \alpha_{\lambda} F (t_{\kappa} - \tau_{\theta})$$

бу ерда t_{θ} -хона ҳавосининг ҳарорати,

τ_{θ} -ташқи тўсиқнинг ички юзаси ҳарорати;

t_{κ} -бинонинг ички юзаси ҳарорати

α_{κ} , α_{λ} - конвектив ва нурланиш иссиқлик алмашиниш коэффиценти;

F - ташқи тўсиқ юзасининг майдони

Амалда ҳисоблар учун, $t_{\theta} = t_{\kappa}$ олиш мумкин.

$$\Phi_{\epsilon} = \alpha_{\epsilon} F (t_{\epsilon} - \tau_{\epsilon})$$

α_{ϵ} -ички тўсиқ юзасининг иссиқлик қабул қилиш коэффицieti.
Бинонинг конструкцияси тўсиқларидан ўтувчи иссиқлик оқими

$$\phi_{o.k} = \frac{\lambda}{\delta} (\tau_{\epsilon} - \tau_n) F$$

бу ерда λ - тўсиқ материалининг иссиқлик ўтказувчанлиги, Вт/м.°С
 τ_n - тўсиқнинг ташқи юзасидаги ҳарорати, °С,
 δ - тўсиқ конструкцияси қалинлиг, м
Кўп қатламли тўсиқлар учун иссиқлик оқими

$$\phi_{o.k} = \sum_{i=1}^m \frac{\lambda_i}{\delta_i} F (\tau_{\epsilon} - \tau_n)$$

Тўсиқ орқали стационар иссиқлик узатиш жараёнларида $\phi_{\text{в}} = \phi_{o.k} = \phi$ қабул қилиш мумкин

$$\phi = KF (t_{\epsilon} - t_n)$$

ϕ -тўсиқ орқали ўтувчи иссиқлик оқими; ϵ_m , к-тўсиқни иссиқлик бериш коэффицienti.

Хонанинг иссиқлик йўқотишини ҳисоблаш

Хонанинг иссиқлик оқимини йўқотиши унинг ҳамма ташқи тўсиқлари орқали йўқолувчи асосий иссиқлик оқимида ва қўшимча иссиқлик йўқотишдан ташқари топади.

$$\phi_{огр} = \sum \phi + \sum \phi_{куш}$$

Асосий иссиқлик йўқотилиши

$$\phi = (1/R_0) F(t_{\text{в}} - t_n) n$$

бу ерда R_0 - тўсиқнинг иссиқлик узатишга умумий қаршилиги;
м²·°С/Вт

$t_{\text{в}}$, t_n -ички ва ташқи ҳисобий ҳарорат;

n -ташқи тўсиқнинг ҳолатига боғлиқ бўлган коэффицiet.

Қўшимча иссиқлик йўқотиш асосий иссиқлик йўқотишга нисбатан % ларда олинади. Унинг миқдори 5÷10 % ни ташқил қилади.

Бинонинг иситиш учун керак бўлган максимал иссиқлик оқими

$$\phi_{ис} = q_{ис} \cdot V_{\text{в}} (t_{\text{в}} - t_n) a.$$

бу ерда $q_{ис}$ - бинони солиштира иситиш тавсифномаси,
Вт/м³·°С

a -тўғриловчи коэффицient, ҳарорат фарқини,

$q_{ис}$ -градус таъсирини ҳисобга олади

$$a=0,54+22 (t_{\text{в}} - t_n)$$

$t_{\text{в}}$ - асосий хона учун ўртача ҳисобий ҳарорат;

t_n - ташқи ҳавонинг кишки даврдаги ҳисобий ҳарорати.

Бино ҳавосини вентиляция қилиш учун максимал иссиқлик оқими $\phi_B = q_B$
 $v_n(t_B - t_{n-B})$

Таянч сўз ва иборалар

1. Энергетик йўналиш
2. Технологик йўналиш
3. Иссиқлик бериш
4. Иссиқлик двигетеллари
5. Қозон қурилмалар
6. Иссиқлик самараси
7. Буғ трубиналар
8. Газ трубина
9. Компрессор
10. Оддий система
11. Ташқи муҳит
12. Очиқ, ёпиқ система
13. Газ оқими
14. Идеал газлар
15. Реал газлар
16. Газларни кинетик тенгламаси
17. Газ ҳажми
18. Газ массаси
19. Ҳолат тенгламаси
20. Универсал газ доимийси
21. Темодинамиканинг I - қонуни
22. Темодинамиканинг II - қонуни
23. Ишчи жисм
24. Квазистатик жараён
25. Қайтувчи жараёнлар
26. Қайтмас жараёнлар
27. Ички энергия (газнинг)
28. Потенциал энергия
29. Ташқи энергия (газнинг)
30. Газ энтальпияси
31. Газ энтропияси
32. Иссиқ манба
33. Ишчи тана
34. Совуқ манба
35. Эквивалент
36. Цикл
37. Термик коэффициент
38. Корно цикли
39. Ўзгармас ҳажмдаги (изхорик) жараён
40. Ўзгармас босим (изобарик) даги жар.
41. Ўзгармас ҳарорат (изотермик) даги жараён
42. Адиабатик жараён
43. Политропик жараён
44. Бажарилган иш
45. Тўйинган буғлар
46. қизитилган буғлар
47. Интенсивлик
48. Қайнаш
49. Зичлик
50. Сув буғи
51. Ёнилғи
52. Органиқ ёқилғи
53. Механиқ энергия
54. Ички ёнув двигатели
55. Адиабатик сиқиш
56. Адиабатик кенгайиш
57. ИЁД цикллари
58. Сиқиш даражаси
59. Тўла ҳажм (цилиндрда)
60. Термик ФИК
61. Ёниш камераси
62. Нурланиб иссиқлик алмашилиши
63. Микроскопик ҳажм
64. Вакуум
65. Иссиқлик алмашилиши
66. Газ алмашилиши
78. Диффўзия
79. Конвектив иссиқлик алмашилиши
80. Изотермик юза
81. Ҳарорат градиенти
82. Иссиқлик оқими
83. Термик қаршилиқ
84. Иссиқлик элитувчи
85. Экспериментал
86. Физик хусусият (суюқлик)
87. Зичлик (суюқлик)

- | | |
|---|-----------------------------|
| 88.Қовушқоқлик (сууюқлик) | 106. Стационар жараён |
| 89.Иссиқлик сизими (сууюқлик) | 107. Ёниш жараёни |
| 90.Насос | 108. Қозон агрегати |
| 91.Вентелятор | 109. Қўшимча жиҳозлар |
| 92.Ламинар оқим | 110. Табiiй ёқилғи |
| 93.Турбулент оқим | 111. Сунъий ёқилғи |
| 94.Сууюқликнинг кинематик
ковушқоқлиги | 112. Куёш энергияси |
| 95.Чегаравий қатлам (сууюқлик) | 113. Атом энергияси |
| 96.Нурланиб иссиқлик алмашиниш | 114. Горелка |
| 97.Тўлқин | 115. Табiiй айланиш |
| 98.Ёруғлик | 116. Мажбурий айланиш |
| 99.Ютиш коэффиценти | 117. Иссиқлик куч қурилмаси |
| 100. Қайтариш коэффиценти | 118. "P9" диаграмма |
| 101. Ўтказиш коэффиценти | 119. "TS" диаграмма |
| 102. Абсолют ок жисм | 120. Тўғри цикл |
| 103. Абсолют тиниқ жисм | 121. Тескари цикл |
| 104. Спектор жараён | 120. Сув иситгичлар |
| 105. Абсолют қора жисм | |

Адабиётлар:

1. Г.Н.Алексеев. Общая теплотехника. М. Высшая школа. 1983
2. А.П.Баскаков и др. Теплотехника. М.Энергоатомиздат 1982 й.
3. М.М.Хазен и др. Общая теплотехника. М. Высшая школа. 1996 г.
4. Под.ред.Г.А.Матвеева. Теплотехника. М. Высшая школа 1981
5. Ж. Нурматов ва б. "Иссиқлик техникаси" .Тошкент. Ў. 1998 г.

Мундарижа

1. Кириш. Асосий тушунчалар ва термодинамиканинг дастлабки ҳолати	4
2. Идеал ва реал газлар.....	7
3. Термодинамиканинг биринчи қонуни.....	10
4. Термодинамиканинг иккинчи қонуни.....	16
5. Карно цикллари	19
6. Асосий термодинамик жараёнлар	24
7. Реал газларнинг термодинамик жараёни	34
8. Иссиқлик куч қурилмаларининг цикллари.....	40
9. Иссиқлик ва масса алмашилиш асослари	43
10. Конвектив иссиқлик алмашилиш (иссиқлик бериш)	47
11. Нурланиб иссиқлик алмашилиш	50
12. Иссиқлик узатиш	55
13. Ёнилғи ва ёниш назариясининг асоси.....	57
14. Қозон қурималари	59
15. Иссиқлик генераторлари, сув иситгичлар, газ билан иситиш жиҳозлари	63
16. Компрессорлар.....	65
17. Бино ва қурилишларнинг иссиқлик физикаси асослари. Автокорхонанинг ишлаб чиқариш биноларининг иссиқлик физикаси	70
Таянч сўз ва иборалар	73
Адабиётлар:.....	74
Мундарижа.....	75